



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Das Thema *Hominidenevolution* im Oberstufen-
Biologieunterricht österreichischer Gymnasien
(allgemeinbildende, höhere Schulen)

Verfasserin

Cornelia FITSCH

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2011

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 442

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Anthropologie

Betreuerin / Betreuer:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Gerhard Weber

Diese Arbeit widme ich meinen Großvätern, Friedrich und Walter.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG

1.1.	Das Genus Homo aus biologischer Sicht	3
1.1.1.	Taxonomie des modernen Menschen	5
1.1.2.	Anatomische Charakteristika des modernen Menschen	5
1.2.	Ein kurze Zusammenfassung der Evolution des Menschen	6
1.3.	Entwicklung der Fragestellung und Ziel dieser Arbeit	11
1.3.1.	Das Österreichische Schulsystem	11
1.3.2.	Kreationismus und Intelligent Design	11
1.3.3.	Studie „Einstellung der Österreicher zur Evolution“	13
1.3.4.	Ziel dieser Arbeit	14

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1.	Untersuchungsaufbau und -durchführung	15
2.1.1.	Interviews mit universitären Ausbildnern der Biologielehramtskandidaten	15
2.1.2.	Befragung der BiologielehrerInnen	17
2.1.3.	MaturantInnenbefragung	18
2.1.4.	Interview mit einem Biologiedidaktikexperten	23
2.1.5.	Befragung anderer internationaler ExpertInnen	24
2.2.	Lehrpläne	25
2.3.	Datenanalyse	26

3. ERGEBNISSE

3.1.	Interview mit Ausbildnern der BiologielehramtskandidatInnen an der Universität Wien	27
3.1.1.	Darstellung der Interviews	27
3.2.	BiologielehrerInnenbefragung	35
3.2.1.	Darstellung der Interviews	35
3.3.	MaturantInnenbefragung	53
3.3.1.	Stichprobe	53
3.3.2.	Nullhypothesen	55
3.3.3.	Gliederung des Fragebogens	56
3.3.4.	Schule und Biologieunterricht	56
3.3.5.	persönliche Anschauungen	69
3.3.6.	Wissen über die menschliche Evolution	76
3.3.7.	Bewertung des Wissens über Evolution nach schulüblichen Kriterien	89
3.3.8.	Womit hängt der in menschlicher Evolution erzielte Wissens-Score zusammen?	91
3.3.9.	Zusammenfassung der Resultate der Nullhypothesenprüfung	106

3.4.	Befragung Prof. Dr. (pens.) Ulrich Kattmann.....	108
3.4.1.	Darstellung des Interviews.....	108
3.5.	Interviews mit internationalen ExpertInnen	114
3.5.1.	Was wissen StudentInnen im ersten Semester über Hominidenevolution?.....	114
3.5.2.	Allgemeinwissen über Hominidenevolution.....	119
4.	DISKUSSION	
4.1.	Die generelle Problematik.....	121
4.2.	Das Wissen österreichischer MaturantInnen über menschliche Evolution.....	124
4.3.	Befragung internationaler ExpertInnen und UniversitätsprofessorInnen.....	132
4.4.	Zusammenfassende Bemerkungen.....	137
5.	ZUSAMMENFASSUNG	
5.1.	Zusammenfassung deutsch.....	139
5.2.	Abstract.....	142
6.	LITERATURLISTE	
7.	DANKSAGUNG	
8.	CURRICULUM VITAE	
9.	ANHANG	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.	Stammbaum der Homininen.....	4
	(Quelle: http://www.forum-grenzfragen.de/images/stammbaum_sediba.jpg , zuletzt abgerufen am 14.9.2011)	
Abbildung 2.	Geschlechterverteilung der befragten MaturantInnen.....	53
Abbildung 3.	Bundesland der besuchten Schule.....	54
Abbildung 4.	Schultypen.....	57
Abbildung 5.	Unterrichtsjahre in Biologie in der gymnasialen Oberstufe.....	59
Abbildung 6.	Unterricht in menschlicher Evolution in der Oberstufe.....	60
Abbildung 7.	Anzahl der Biologieschulstunden über „menschliche Evolution“.....	63
Abbildung 8.	Verwendung von Anschauungsmaterialien im Biologieunterricht.....	64
Abbildung 9.	Verwendete Anschauungsmaterialien.....	66
Abbildung 10.	Schulbücher.....	68
Abbildung 11.	Ist die Verwendung von Anschauungsmaterialien sinnvoll.....	70
Abbildung 12.	Vorschläge zur Verbesserung des Unterrichts in menschlicher Evolution.....	72
Abbildung 13.	Interesse am Biologieunterricht.....	73
Abbildung 14.	Interesse an menschlicher Evolution.....	75
Abbildung 15.	Häufigkeiten der richtigen Antworten auf Frage 11.....	77
Abbildung 16.	Nächster Verwandter des modernen Menschen.....	79
Abbildung 17.	Vor wie vielen Jahren entstand der anatomisch moderne Mensch.....	81
Abbildung 18.	Ältester bekannter Vorfahre des modernen Menschen.....	83
Abbildung 19.	Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit des Gehirns.....	84

Abbildung 20.	Ernährung Australopithecinen.....	82
Abbildung 21.	Häufigkeiten richtige Antworten auf Frage 17.....	87
Abbildung 22.	Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Schultyp.....	92
Abbildung 23.	Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Anzahl der Unterrichtsjahre in Biologie.	93
Abbildung 24.	Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Unterricht in menschlicher Evolution.....	94
Abbildung 25.	Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Anzahl der Unterrichtsstunden in menschlicher Evolution.....	96
Abbildung 26.	Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Verwendung von Anschauungsmaterialien.....	98
Abbildung 27.	Wissen in menschlicher Evolution und Verwendung von Anschauungsmaterialien.....	100
Abbildung 28.	Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Verwendung von Abgüssen im Biologieunterricht.....	102
Abbildung 29.	Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Interesse am Biologieunterricht.....	104
Abbildung 30.	Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Interesse an menschlicher Evolution.....	106
Abbildung 31.	Geographische Verbreitung ausgewählter miozäner Taxa..... (Quelle: Begun-Fossil record of Miocene Hominoids, Handbook of Paleoanthropology Vol. 2, 2007)	V

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.	Alter der befragten MaturantInnen.....	54
Tabelle 2.	Kreuztabelle Schwerpunktgymnasien und Anzahl der Biologiejahre in der Oberstufe.....	59
Tabelle 3.	Kreuztabelle Schwerpunktgymnasien und Unterricht in menschlicher Evolution.....	61
Tabelle 4.	Kreuztabelle Schulbuch und Verwendung von Abgüssen.....	68
Tabelle 5.	Warum ist die Verwendung von Anschauungsmaterialien nicht sinnvoll.....	71
Tabelle 6.	Bundesland vs. Interesse an menschlicher Evolution.....	75
Tabelle 7.	Gestaltung Biologieunterricht vs. Interesse an menschlicher Evolution.....	75
Tabelle 8.	Häufigkeiten der einzelnen gewählten Antwortmöglichkeiten.....	78
Tabelle 9.	Häufigkeiten der einzelnen gewählten Antwortmöglichkeiten auf Frage 17.....	88
Tabelle 10.	Notenschlüssel.....	89
Tabelle 11.	Bewertung. Wissen über menschliche Evolution.....	89
Tabelle 12.	Deskriptive Statistik. Wissen über menschliche Evolution und Verwendung von Anschauungsmaterialien.....	99
Tabelle 13.	Mann-Whitney-Test. Wissen über menschliche Evolution und Verwendung von Anschauungsmaterialien.....	99
Tabelle 14.	Kreuztabelle. Bundesland der Bildungseinrichtung und Verwendung von Anschauungsmaterialien.....	101
Tabelle 15.	Deskriptive Statistik. Wissen über menschliche Evolution und Interesse am Biologieunterricht.....	105
Tabelle 16.	Mann-Whitney-Test. Wissen über menschliche Evolution und Interesse am Biologieunterricht.....	105

Tabelle 17.	Stratigraphische Tabelle, Ausschnitt.....	XV
	(Quelle: „Stratigraphic Chart 2009, International Comission of Stratigraphy, http://www.stratigraphy.org/column.php?id=Chart/Time%20Scale , zuletzt abgerufen am 14.9.2011)	

1. EINLEITUNG

Das Thema "menschliche Evolution" scheint zwar auf den ersten Blick wenig relevant für unser Alltagsleben, aber es ist jedenfalls eines, das uns hin und wieder beschäftigt. Nur äußerst wenige Menschen fasziniert unser Ursprung in keinsten Art und Weise. In der Öffentlichkeit finden sich hin und wieder Berichte aus aktuellem Anlass - beispielsweise, wenn ein aufsehenerregender Fund vorgestellt wird. Die Medien - rund um den ganzen Globus - greifen solche Inhalte dankbar auf und bereiten sie für ein breites Spektrum an LeserInnen auf (siehe beispielsweise *Ardipithecus ramidus* 2009). Für das wahrscheinlich einzige Lebewesen dieses Sonnensystems, das über die Fähigkeit verfügt, über seine Herkunft nachzudenken, dürfen wir auch im Sinne dieser durchaus notwendigen Selbstreflexion fordern, dass zumindest einige Grundkenntnisse unsere eigene Evolution betreffend in allgemeinbildenden, höheren Schulen vermittelt werden. Das Forschungsfeld wandelt sich allerdings äußerst schnell, wodurch es auch für ExpertInnen manchmal schwierig ist, angesichts der vielen neuen und teilweise einander widersprechenden Fakten und Interpretationen den Überblick zu behalten. Die vorliegende Arbeit dient der Begutachtung der gegenwärtigen Situation in allgemeinbildenden Schulen mit Fokus auf den Unterricht in menschlicher Evolution.

Für die Durchführung dieser Studie wurden MaturantInnen der 12. Schulstufe zum Thema Hominidenevolution befragt. Das Thema menschliche Evolution wird im Biologieunterricht der allgemeinbildenden, höheren Schulen in der 7. und 12. Schulstufe behandelt. Da für diese Studie das Wissen erwachsener ÖsterreicherInnen von Interesse war, wurden MaturantInnen befragt, und nicht SchülerInnen der Unterstufe. Ein anderer Grund für die Selektion hinsichtlich SchülerInnen der 12. Schulstufe war, dass aus den Schilderungen der für diese Studie befragten BiologielehrerInnen (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 36f.) deutlich wurde, dass der Unterricht in Hominidenevolution in der Unterstufe, wenn überhaupt, nur kurz gehalten oder gestreift wird (Zitat aus dem Lehrplan für die gymnasiale Unterstufe: *Weiters ist die Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens, einschließlich des Menschen, zu behandeln*, BGBl.II Nr. 133/2000, S.1060). Die BiologielehrerInnen berichteten weiters über die Vorherrschaft des Themas Genetik im Biologieunterricht der achten Klasse einer allgemeinbildenden höheren Schule (AHS) in Österreich (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 37). Diesem Wissenschaftsfeld wird der Großteil der Unterrichtszeit gewidmet. Im Lehrplan wird neben diesem Thema und dem Kapitel Medizin hinaus noch ein dritter Inhalt aufgelistet, der im Biologieunterricht behandelt werden sollte: *die menschliche Evolution*. Da das 12. Schuljahr in der Abschlussklasse durch die im Frühjahr abzuhaltende Matura verkürzt ist, bleibt den BiologielehrerInnen nicht allzu viel Zeit, auf jedes dieser drei sehr umfangreichen Themengebiete einzugehen (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 36f.). Auch in der 7. Schulstufe soll die menschliche Evolution laut Lehrplan im Unterricht behandelt werden (BGBl.II Nr. 133/2000, Seite 1060; BGBl.II Nr. 277/2004, Seite 53). Da allerdings das Wissen der MaturantInnen und der SchulabgängerInnen für diese Studie von Interesse ist und die Behandlung der menschlichen Evolution im Biologieunterricht der Unterstufe laut Aussagen der interviewten LehrerInnen fast gar nicht stattfindet (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 36f.) wurde in dieser Untersuchung Bezug auf die Ausbildung in der 12. Schulstufe genommen. Im Rahmen der vorliegenden Pilotstudie sollen erste Anhaltspunkte dafür herausgearbeitet werden, wie österreichische MaturantInnen und

LehrerInnen über den Unterricht in Hominidenevolution denken, was sie lernen und lehren, ob sie Interesse an diesem Thema haben, und ob der Unterricht in menschlicher Evolution angesichts der kurzen zur Verfügung stehenden Zeitverbessert werden könnte.

Ein weiterer Aspekt sind die in den letzten Jahren postulierten religiösen Hypothesen zur Entstehung der Erde und des Menschen, der Hominidenevolution. Zwei der bekanntesten sind der "Kreationismus" und die davon abgeleitete Geistesströmung "Intelligent Design (ID)". Diese Auffassungen zur Entstehung des modernen Menschen in den Wissenschaftsunterricht einfließen zu lassen und als Alternative zur klassischen Evolutionstheorie nach Darwin zu präsentieren findet in den Vereinigten Staaten von Amerika immer wieder Verfechter (<http://ncse.com/>, zuletzt abgerufen am 14.9.2011). In den Bundesstaaten des sogenannten „Bible belt“, zu denen unter anderem Kentucky und Pennsylvania zählen, standen die erwähnten Hypothesen bereits zweimal kurz vor der Integration in den Lehrplan(<http://ncse.com/>, zuletzt abgerufen am 14.9.2011).

Auch in Europa werden bereits Stimmen laut, religiöse Schöpfungstheorien zur Entstehung des Menschen und der Erde im Schulunterricht als Alternativen zu wissenschaftlichen Erkenntnissen aus Biologie und Geologie einzubringen (siehe unter anderem Gross, 2002; Cornish-Bowden et Cárdenas, 2007; Curry, 2009; Borczyk, 2010; Eder et al., 2010). Hinsichtlich der Situation in Russland ergab eine vom British Council durchgeführte telefonische Befragung, dass die Hälfte aller interviewten RussInnen der Überzeugung sind, dass neben Darwins Evolutionslehre auch die andere Theorien, die versuchen, die Entstehung des Lebens auf der Erde zu erörtern, in den Schulunterricht miteinbezogen werden sollen (www.britishcouncil.org/darwin, zuletzt gelesen 14.9.2011). Eine weitere Zielsetzung dieser Arbeit bestand daher darin zu erörtern, ob und in welchem Ausmaß die religiösen Schöpfungstheorien Einfluss an österreichischen allgemeinbildenden, höheren Schulen nehmen.

1.1. Das Genus *Homo* aus biologischer Sicht

Um sich dem Thema "menschlicher Evolutionsunterricht an österreichischen Schulen" anzunähern, soll zunächst der gegenwärtigen Stand der Wissenschaft rekapituliert werden: Wo steht die Biologie zurzeit in der Frage unseres eigenen Ursprungs?

In der Zeit, als Carl von Linné fast das gesamte Tier- und Pflanzenreich klassifizierte und mit der noch heute gebräuchlichen binominalen Nomenklatur versah, war es unumstritten, den Klassifikationsbegriff (Ordnung), dem der Mensch zugeordnet wurde, "*Primates*", also zu Deutsch „Herrentiere“, zu nennen (Linné, 1758). Die weitere Eingliederung des modernen Menschen in den Stammbaum dieser Primaten stellt ihn in die Unterordnung der *Haplorhini* (Trockennasaffen), genauer gesagt in die Teilordnung der *Catarrhini* (Altweltaffen). In den weiteren, hierarchisch darunter liegenden Ebenen der Taxonomie fällt der moderne Mensch in die Überfamilie der *Hominoidae*, die alle großen Menschenaffen (Gorillas, Orang-Utans und Schimpansen) und den Menschen einschließt (Le Gros Clark, 1958), dann in die Familie der "*Hominiden*", in die der Mensch und die afrikanischen Menschenaffen fallen, in den Tribus "*Hominini*", zu der nur mehr der moderne Mensch und seine Vorfahren (nicht jedoch der gemeinsame Vorfahre mit dem Schimpansen) gezählt werden, und dann schließlich in die Gattung (das Genus) "*Homo*", die nur mehr eine Handvoll unmittelbarer Vorfahren und verwandte Spezies einschließt. Der moderne Mensch wird mit dem Terminus "*Homo sapiens*" bezeichnet, *Homo* vom lateinischen Wort für „Mensch“ und *sapiens* vom lateinischen Wort für „klug“, „weise“, „wissend“ (Linné, 1758).

Heute ist *Homo sapiens* der einzige noch lebende Vertreter seiner Gattung sogar seines ganzen Tribus, eine Tatsache, die erstaunlich erscheint angesichts der großen Vielfalt an verwandten Spezies, die früher und zum Teil zeitgleich auf der Erde lebten. Zum Tribus der *Hominini* zählen alle verwandten Spezies des Menschen, die jemals lebten, das sind bis dato: *Sahelanthropus tchadensis* (in Diskussion), *Orrorin tugenensis* (in Diskussion), *Ardipithecus ramidus*, *Australopithecus anamensis*, *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus africanus*, *Australopithecus bahrelghazali*, *Australopithecus garhi*, *Australopithecus sediba*, *Paranthropus aethiopicus*, *Paranthropus boisei*, *Paranthropus robustus*, *Homo habilis*, *Homo rudolfensis*, *Homo ergaster/erectus*, *Homo georgicus*, *Homo heidelbergensis*, *Homo neanderthalensis*, *Homo floresiensis*, der "*Denisova Mensch*", und *Homo sapiens*.

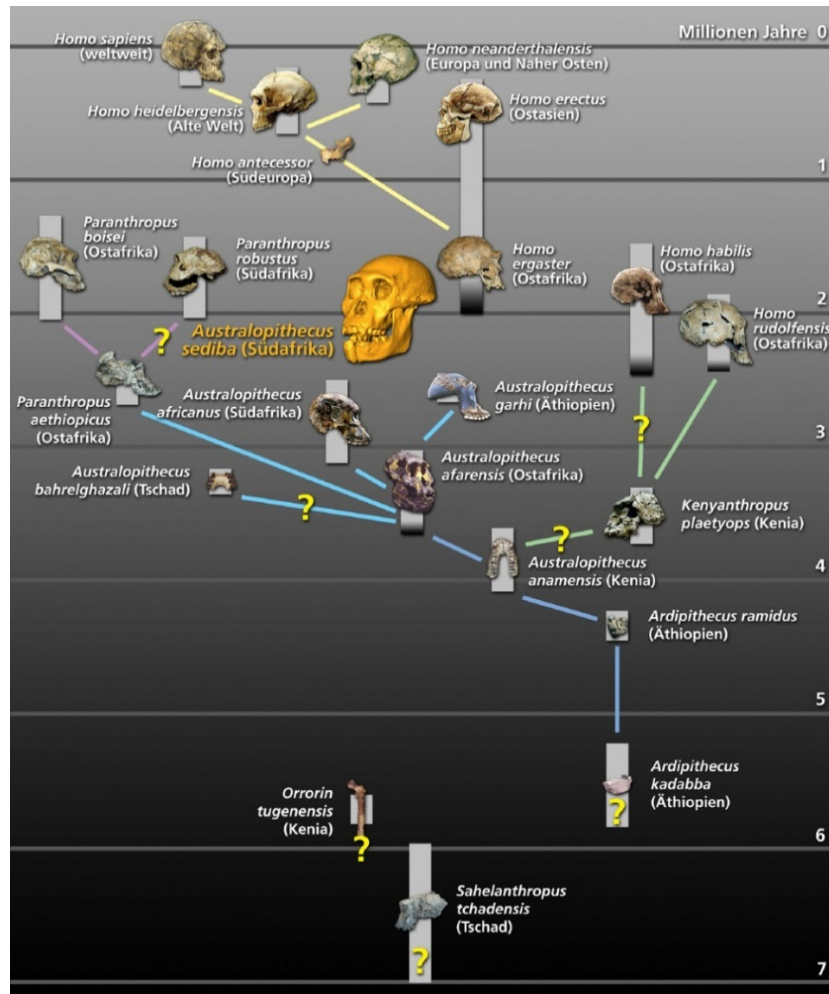


Abbildung 1.

Stammbaum der Homininen

(Quelle: http://www.forum-grenzfragen.de/images/stammbaum_sediba.jpg,
zuletzt abgerufen am 14.9.2011)

1.1.1. *Taxonomie des modernen Menschen*
(nach Geissmann, 2003)

Ordo	(Ordnung)	Primates	(Herrentiere)
Subordo	(Unterordnung)	Haplorhini	(Trockennasaffen)
Infraordo	(Teilordnung)	Catarrhini	(Altweltaffen)
Superfamilia	(Superfamilie)	Hominoidea	(große Menschenaffen und Mensch)
Familia	(Familie)	Hominidae	(afrikanische Menschenaffen und Mensch)
Tribus	(Zunft)	Hominini	(Mensch, ausgestorbene Verwandte)
Genus	(Gattung)	Homo	(Mensch)
Spezies	(Art)	sapiens	(wissend)

1.1.2. *Anatomische Charakteristika des modernen Menschen*

Der moderne Mensch unterscheidet sich durch eine Kombination anatomisch einzigartiger Merkmale von allen anderen Hominiden (Tattersall, 2009). Im Folgenden sind die wichtigsten morphologischen Unterschiede zwischen den Menschen und nächsten lebenden Verwandten, den Menschenaffen, aufgelistet (zusammengefasst nach Lewin, 2005):

1. Die Bipedie (aufrechter Gang) und die damit verbundenen anatomischen Veränderungen (doppelt S-förmig gekrümmte Wirbelsäule, kurzes, breites Ilium, kurzes Ischium, großer Femurkopf, kurze Zehen, herangezogene große Zehe und Kniescheibe, lange Hinterextremitäten).
2. Die verkürzten Vorderextremitäten im Verhältnis zur Länge der Hinterextremitäten
3. Die parallele Stellung der großen Zehe in Relation zu den restlichen Zehen
4. Der opponierbare Daumen zum Greifen in Verbindung mit geraden, nicht gekrümmten Fingern
5. Das stark vergrößerte Gehirn, das mit einem vergrößerten Gehirnschädel einhergeht bei gleichzeitiger Reduktion des Gesichtsschädels (Globularisierung des Schädels).
6. Die Verkleinerung des Kauapparates (der vordere Prämolare P₃ hat 2 Höcker, der Unterkiefer eine parabolische Form, die Eckzähne sind klein, die Schneidezähne stehen vertikal, der Zahnschmelz ist relativ dick, und der sogenannte "Honing P₃/C' Komplex" verschwindet (siehe Anhang)).

1.2. Ein kurze Zusammenfassung der Evolution des Menschen

Obwohl noch sehr viele Fragen im Zusammenhang mit der biologischen Entstehung unserer eigenen Art offen sind, haben die vielen Forschungsergebnisse der letzten 150 Jahre (und besonders der letzten 20 Jahre) ein sehr deutliches Bild unserer Evolution gezeichnet. Seit ungefähr Mitte des 19. Jahrhunderts wurden erste Fossilien von unseren Vorfahren und ausgestorbenen Verwandten nicht nur gefunden, sondern auch als solche in Erwägung gezogen (Engis 1829, Gibraltar 1830, Neanderthal 1856). Eine Voraussetzung dafür war notwendigerweise die Erkenntnis, dass es einen Prozess der Evolution überhaupt gibt, dass Arten also nicht unwandelbare Entitäten, sondern bestimmten Lebensprozessen und Umweltbedingungen ausgesetzt sind, die Veränderungen über die Zeit bewirken können. Obwohl diese Idee schon immer wieder früher geäußert wurden [beispielsweise Pierre Louis Maupertuis (1698–1759), Jean-Baptiste Lamarck (1744–1829), Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772–1844), oder Erasmus Darwin (1731–1802)], hatte hier natürlich das Werk Charles Darwin's den größten Einfluss (Darwin, 1859). Auch die Entdeckung der Vererbung (beispielsweise Gregor Mendels Arbeiten, die aber erst später wiederentdeckt wurden) und das Auftauchen weiterer Arten (beispielsweise *Pithecanthropus erectus*, Dubois 1894; *Australopithecus africanus*, Dart 1925) verfestigten die Erkenntnis, dass auch der Mensch in dieser Hinsicht nicht einzigartig ist, sondern sich ebenso wie alle anderen Lebewesen aus seinen Vorgängern entwickelte. Wie das vonstattengehen können uns PaläoanthropologInnen noch immer nicht im Detail klarlegen, aber der mittlerweile beeindruckend umfangreiche fossile Beleg unserer Vorfahren und die daraus ableitbaren anatomischen Veränderungen über die Zeit lassen keinen Zweifel zu an der generellen Linie unserer Entwicklung. Dadurch hat sich auch die Auffassung darüber, dass es nicht nur einen einzigen Vertreter der Hominiden in jeder Epoche gab, sondern die Natur mit mehreren verschiedenen "Modellen" experimentierte bis schließlich nur eine Variante bis zum heutigen Tage übrig blieb, geändert. Manche von uns können vielleicht ihre Familie in ihrer Ahnengalerie bis zu einer bestimmten Ur-ur-ur-Großmutter zurückverfolgen. Doch diese hatte natürlich auch Schwestern und ZeitgenossInnen und bestimmte Umstände und Zufälle führten dazu, dass Ur-ur-ur-Großvater eben genau sie erwählte (oder damals vielleicht auch erwählen musste) und diese Linie erfolgreich war. Ihre Gene leben in uns weiter, während die ihrer besten Jugendfreundin vielleicht mittlerweile verschwunden sind. In ähnlicher Weise verdichtet sich das Bild, dass auch unsere verwandten Vorfahren zahlreicher waren, als wir uns das zunächst vorgestellt haben.

Die menschliche Evolution ist auf Grund immer neuer Erkenntnisse ein äußerst schnelllebiges und wandelbares Feld wissenschaftlicher Forschung. Allein innerhalb der letzten zehn Jahre sind fünf neue Spezies, die zum Tribus *Hominini* gerechnet werden, entdeckt und publiziert worden. Durch verschiedene Arbeitsmethoden der Paläoanthropologie erwerben ForscherInnen laufend neue Erkenntnisse über den Verlauf der menschlichen Evolution. Bessere Ausgrabungsmethoden und -dokumentationen, genauere Datierungen, die Möglichkeit zur Einbeziehung von DNA-Analysen von Fossilien, bessere morphologische und osteologische Untersuchungen mit Hilfe von 3D computergestützten Verfahren inklusive virtueller Rekonstruktionen von Fossilien (Weber et Bookstein 2011) sind nur einige Vorgehensweisen der WissenschaftlerInnen, um die Geschichte der

menschlichen Evolution zu dokumentieren. Einen allgemeinakzeptierten menschlichen Stammbaum zu formulieren ist angesichts der bestehenden Diskussionen unmöglich. Es ist also äußerst schwierig, mit endgültiger Sicherheit die entscheidenden Zeitpunkte und definitiven Stationen der Entwicklung ausfindig zu machen, aus der schlussendlich der moderne Mensch hervor ging. Dennoch gibt es genug Fakten, über die sich zumindest der Großteil der beteiligten ForscherInnen einig ist. Auf den folgenden Seiten soll in einem kurzen Abriss der gegenwärtige Stand wiedergegeben werden. Eine detailliertere Darstellung der einzelnen Genera und Spezies findet sich darüber hinaus im Anhang.

Das Wissen über die menschliche Evolution wurde in den letzten zwei Jahrzehnten ständig erweitert. Die Forschung über die Entstehung des modernen Menschen setzt sich aus unterschiedliche Disziplinen zusammen: die einzelnen Arten, die sich im Laufe der Evolution entwickelten und wieder ausstarben, die kulturellen Entwicklung des Genus Homo und die Humanökologie (also die Wechselwirkung des Menschen mit seiner Umwelt).

Die rasche Expansion der Wirbeltiere nach dem Aussterben der Dinosaurier fand vor 65 Millionen Jahren statt, der eine schnelle Radiation der einzelnen Taxa im Paläozän zu Entwicklung der ersten Primatenlinien folgte (beispielsweise Storch et al., 2007). Anschließend entwickelten sich verschiedene hominoide Spezies im Miozän, nicht nur in Afrika sondern auch in Europa (Begun, 2007). Einige dieser wichtigen miozänen Hominoiden sind: *Proconsul* (20-12 Mio Jahre) und *Dryopithecus* (13-9 Mio Jahre), ein wichtiger Vertreter der Hominoiden in Europa, von dem bis dato vier Unterarten bekannt sind (Begun, 2007). Die Spezies *Gigantopithecus*, der bis dato, größte bekannte Hominoide (8 Mio bis 100 000 Jahren) aus Asien gehört ebenfalls dieser Gruppe an (Fleagle, 1999).

Anschließend folgen die erst in den letzten zwanzig Jahren neu entdeckten Spezies. Den Anfang macht *Sahelanthropus tchadensis*. Er ist ca. 6-7 Mio Jahre alt, nahe mit dem letzten gemeinsamen Vorfahren von Homo und Pan verwandt und repräsentiert auf Grund seiner einzigartigen Morphologie eine eigenständige Gattung (Brunet et al, 2002). Ihm folgt *Orrorin tugenensis*, ebenfalls ca. 6 Millionen Jahre alt (Senut et al., 2001). Da von dieser Spezies bis dato nur postcraniale Skelettelemente entdeckt wurden, kann zwar sein Schädel nicht rekonstruiert werden, sehr wohl wird seine Morphologie aber bereits mit einer bipeden Fortbewegungsweise in Einklang gebracht (Galik et al., 2004). Auch *Ardipithecus ramidus*, 5.8-5.2 Millionen Jahre alt, gehört zu den potentiellen Vorfahren des modernen Menschen, der, ebenso wie *Orrorin*, in Ostafrika gefunden wurde (White et al., 1994, 1995).

Diesen neueren Funden folgt nun die schon bald ein Jahrhundert lang bekannte Gattung der Australopithecinen. Der älteste bis dato von ihnen bekannte ist *Australopithecus anamensis* (4.2-3.8 Mio Jahre) aus Ostafrika (Leakey et al., 1995, 1998; Ward et al., 2001). Er repräsentiert vielleicht den direkten Vorfahren einer weiteren Australopithecinen Spezies, *Australopithecus afarensis* (4.2-3 Mio Jahre) (Kimbel et al., 2006). Ihm werden der berühmte Fund „Lucy“ sowie die Fußspuren von Laetoli zugeordnet (Johanson et al., 1978; Johanson et al., 1976; Kimbel et al., 1994; Hay et al., 1995).

1982). Der neueste Aufsehen erregende, dieser Spezies angehörende, Fund ist „Dikika“, das Skelett eines etwa dreijährigen Mädchens (Alemseged, 2006). Aus Südafrika stammt ein weiterer Vertreter dieser Gattung: *Australopithecus africanus* (2.5-1.5 Mio Jahre) (Dart, 1925; Strait et Wood, 1999; Wood et Richmond, 2000; Berger et al., 2002). Das berühmteste Fossil dieser Spezies ist das „Kind von Taung“, das den allerersten Fund der Gattung *Australopithecus* überhaupt aus dem Jahr 1925 repräsentiert (Dart, 1925). Daneben existierten noch zwei weitere Australopithecinen, *Australopithecus ghari* (2.5 Mio Jahre) und *Australopithecus bahrelghazali* (3.5-3 Mio Jahre) (Asfaw et al., 1999; Brunet et al., 1995). Der erst vor kurzem, jüngste gefundene Angehörige der Familie der Australopithecinen ist *Australopithecus sediba*, dessen ca. 2 Millionen Jahre alten, fossilen Überreste 2009 in Südafrika entdeckt wurden (Berger et al., 2010). Die Morphologie der Australopithecinen unterscheidet sich noch relative stark von der des modernen Menschen (beispielsweise Aiello et Andrews, 2000; Berger et al., 2010). Zwar bewegten sie sich schon, zumindest zweitweise, biped fort, eine permanente zweibeinige Lokomotion ist noch nicht gesichert (Hay et Leakey, 1982; Aiello et Andrews, 2000; Alemseged et al., 2006). Jüngste Funde von Fußwurzelknochen deuten jedoch, zumindest bei *Australopithecus afarensis*, auf ein ständigen aufrechten Gang hin (Ward et al., 2001). Die Bezahnung der Australopithecinen ist robust und ihr Gehirn besitzt die Größe des eines heutigen Schimpansen (Aiello et Andrews, 2000; Brunet et al., 1995). Diese Eigenschaften, sowie das Verhältnis der Extremitäten (Vorderextremitäten sind länger als Hinterextremitäten) und die gekrümmten Finger als Anpassung an eine kletternde und hangelnde Fortbewegung in den Bäumen, stellen die Angehörigen der Gattung *Australopithecus* in eine Schwester-bzw. Nebengruppe des modernen Menschen (Fleagle, 1999; Alemseged et al., 2006). Sie besaßen jedoch schon kulturelle Fertigkeiten wie beispielsweise die Herstellung oder zumindest Verwendung von Werkzeugen, welche an Hominidenfundstellen in Südafrika entdeckt wurden (De Heinzelin, 1999). Ob sie tatsächlich von den Australopithecinen oder doch von den parallel im selben Gebiet lebenden Angehörigen der Gattung *Homo* hergestellt wurden, bleibt ein umstrittenes Thema unter WissenschaftlerInnen.

Eine ein wenig „aus der Reihe tanzende“ Spezies ist *Kenyanthropus platyops*. Dieser Hominoide lebte in Ostafrika vor ca. 3.5 Mio Jahren zeitgleich mit den Australopithecinen, unterscheidet sich jedoch auf Grund seiner einmaligen Merkmalskombination von ihnen (Leakey et al, 2001).

Eine weitere Gattung der Hominoiden lebte ca. 1-2 Millionen Jahre später als die Australopithecinen: die Paranthropinen. Früher wurden die Angehörigen dieser Gattung zu den Australopithecinen gezählt, stellen mittlerweile jedoch ein eigenes Taxon dar (Aiello et Andrews, 2000; Wood, 2000). Es sind bis dato drei Spezies bekannt: *Paranthropus boisei* (2-1.4 Mio Jahre), *Paranthropus robustus* (2-1 Mio Jahre) und *Paranthropus aethiopicus*, der älteste Vertreter dieser Hominoiden (2.7 – 2.3 Mio Jahre) (Aiello et Andrews, 2000; Wood, 2000). Mit Ausnahme von *Paranthropus robustus* (er war in Südafrika beheimatet) lebte diese Gattung in Ostafrika und waren in ihrer Morphologie robuster als die Australopithecinen (Aiello et Andrews, 2000; Wood, 2000). Der berühmteste Fossilfund ist ein Schädel der Spezies *Paranthropus aethiopicus*, der auf Grund seiner dunklen Verfärbung als „black skull“ bezeichnet wird (Walker et al., 1986). Der in den Medien verwendete Spitzname „Nussknackermensch“ für die Spezies *Paranthropus boisei* resultiert aus der äußerst robusten

Morphologie seiner Zähne. Jedoch wurde die früher gültige Annahme, *Paranthropus* ernährte sich ausschließlich von harten Früchten, wie beispielsweise Nüssen, revidiert (Sponheimer et al., 2006). Wahrscheinlich war die Ernährung immer an die gerade herrschenden, saisonalen und geographischen, Gegebenheiten angepasst und ähnelte der der Australopithecinen (Sponheimer et al., 2006).

Bereits zeitgleich mit *Australopithecus* und *Paranthropus* lebte *Homo habilis* (2.3 – 1.5 Mio Jahre) der erste Vertreter der Gattung *Homo*. Es ist jedoch bis dato umstritten, ob diese Spezies, genauso wie *Homo rudolfensis*, ein weiterer 1.9-1.8 Mio Jahre alter früher Hominide, wirklich Angehörige unserer Gattung sind oder noch zu den Australopithecinen gezählt werden sollen (Wood et Lonergan, 2008; Tattersall et Schwartz, 2009). Ausschlaggebend für die Kontroverse hinsichtlich der phylogenetischen Klassifikation dieser beiden Spezies ist die im jeweiligen Taxon sehr heterogene Morphologie der einzelnen Funde (Wood et Collard, 1999; Wood et Richmond, 2000; Wood et Lonergan, 2008; Tattersall et Schwartz, 2009). Aus diesen Gründen ordnen ForscherInnen dieselben Fossilien unterschiedlichen Spezies zu. Fest steht jedoch, dass *Homo habilis* bereits Werkzeuge produzierte und verwendete, daher auch die Bezeichnung „geschickter Mensch“ (lat. *habilis*- geschickt, im englischen „handy man“) (Fleagle, 1999; Wood et Richmond, 2000).

Der erste sichere Vertreter der Gattung "Homo" und auch der erste, der Afrika verließ, war *Homo erectus* (Larick et Ciochon, 1996; Tattersall et Schwartz, 2009). Er und sein in Afrika gebliebener Vorläufer, *Homo ergaster*, entwickelten sich vor ca. 2.5 bis 1.5 Mio Jahren im östlichen Afrika, von wo aus er vor ca. 1,8 Millionen seine Auswanderung nach Asien (beispielsweise China) und Europa begann (Swisher III et al., 1994, 1996; Larick et al., 2001; Anton, 2003). Mitte der Neunziger Jahre des 20. Jahrhunderts wurden in Dmanisi, Georgien, Fossilien gefunden, die ungefähr das Alter von *Homo erectus* besitzen, sich in ihrer Morphologie doch von ihm unterscheiden und deshalb als eigenständige Spezies *Homo georgicus* beschrieben werden (Gabunia et Vekua, 1995; Vekua et al., 2002; Gabunia et al., 2000). „Turkana Boy“, ein anderer berühmter Fossilfund dieser Spezies, gehört *Homo ergaster* an (Brown et al., 1985). Auch die Fossilfunde, die *Homo erectus* zugeordnet werden, sind in ihrer Anatomie unterschiedlich, sodass sie von manchen Autoren in verschiedene Gruppen (Java-Gruppe, China-Gruppe,...) eingeordnet werden (Tattersall et Schwartz, 2009). *Homo erectus* besaß bereits ein großes Gehirn und arbeitete mit Werkzeugen (Asfaw et al., 1992; Fleagle, 1999; Wood et Richmond, 2000; Rightmire, 2004).

In Afrika und Europa lebte zeitgleich mit *Homo erectus* *Homo heidelbergensis* (600 000 – 100 000 Jahre) (Conroy et al., 1978; Rightmire, 1996, 1998; Wood et Richmond, 2000). Berühmte Fossilien dieser Spezies sind der Bodo Schädel, aus Äthiopien und der Schädel von Petranola, Griechenland (Wood et Richmond, 2000) und weitere aus Frankreich und Südafrika, die sich alle in ihrer Morphologie, im Gegensatz zu den vorhin erwähnten Spezies, ähneln (Tattersall et Schwartz, 2009). Fossilien von *Homo heidelbergensis* wurden weiteres auch in Steinheim, Deutschland, entdeckt (Howell, 1998; Schwartz et Tattersall, 2002). Er wird als Vorfahre des Neandertalers gehandelt

(Cameron et Groves, 2004). Eine weitere aus Europa, genauer gesagt aus Spanien, stammende Spezies ist *Homo antecessor* (Bermudez de Castro et al., 1997; Tattersall et Schwartz, 2009). Womöglich ist dieser in seiner Anatomie bereits sehr modern anmutende Hominide der letzte gemeinsame Vorfahre von Neandertaler und modernem Menschen (beispielsweise Carbonell et al., 1995; Bermudez de Castro et al., 1997; Tattersall et Schwartz, 2009) *Homo neanderthalensis* (150 000 – bis 28 000 Jahre), dessen Name auf den Fundort der ersten Fossilien im Neandertal in Deutschland zurückgeht, ist der bekannteste und der erste je entdeckte Vertreter unserer Gattung, *Homo*, und der nächste Verwandte des modernen Menschen und lebte am Ende seiner Existenz zeitgleich mit *Homo sapiens* in Europa (Wood et Richmond, 2000; Bolus et al., 2001; Conard et al., 2003; Cameron et Groves, 2004; Finlayson et al., 2006). Sie bestatteten bereits ihre Toten (Tattersall et Schwartz, 2009).

Eine erst vor wenigen Jahren auf der Insel Flores entdeckte Spezies ist *Homo floresiensis* (38 000 – 18 000 Jahren) (Brown et al., 2004). Die Besonderheit dieses Vormenschen ist seine äußerst geringe Körperhöhe von etwa einem Meter (Brown et al., 2004). Die Wissenschaftler sind bis dato uneins darüber, ob es sich um einen *Homo erectus* handelt, der an Microcephalie (eine Krankheit bei der das Gehirn nicht seine volle Größe erreicht und die mit geistiger Retardierung einhergeht) litt oder ob es sich tatsächlich um eine eigenständige Spezies handelt (Lahr et Foley, 2004; Argue et al., 2006; Martin et al., 2006; Bromham et Cardillo, 2007; Falk et al., 2005, 2007). Erweist sich Zweiteres als korrekt, dürfte *Homo floresiensis* durch Verzweigung (auf Grund der isolierten Lage der Insel) aus *Homo erectus* entstanden sein (Bromham et Cardillo, 2007). Als bis jetzt letzter und einzig lebender Vertreter der Gattung *Homo* gilt *Homo sapiens*. Er entwickelte sich vor ca. 200 000 Jahren in Afrika und wanderte vor ca. 40 000 Jahren in Europa ein, wobei er zuvor Asien vor 60 000 Jahren besiedelte (Fleagle, 1999; Lewin, 2005). Seine kulturelle Vielfalt und anatomischen Besonderheiten sind dem modernen Menschen exklusive Eigenheiten. Neueste Werkzeugfunde deuten jedoch darauf hin, dass *Homo sapiens* schon früher, vor ca. 125 000 Jahren, Eurasien besiedelte (Armitage et al., 2011)

1.3. Entwicklung der Fragestellung und Ziel dieser Arbeit

1.3.1. Das Österreichische Schulsystem

Laut dem aktuellen Lehrplan des Bundesministeriums für Unterricht, Kultur und Kunst für den Biologieunterricht an allgemeinbildenden, höheren Schulen (AHS) ist die menschliche Evolution an österreichischen Gymnasien im Biologieunterricht der 7. und 12. Schulstufe zu behandeln (BGBl.II Nr. 133/2000, Seite 1060; BGBl.II Nr. 277/2004, Seite 53).

In Österreich wird die AHS aus einer vierjährigen Unterstufe und einer vierjährigen Oberstufe gebildet (BGBl.II Nr. 289/1969, Seite 1505) und schließt mit der Reifeprüfung ab (BGBl.II Nr. 242/1962, Seite 1185). Es existieren verschiedene Formen der allgemeinbildenden höheren Schule: in der Unterstufe wird ab der 7. Schulstufe zwischen einem Gymnasium, einem wirtschaftskundlichen Gymnasium und einem Realgymnasium unterschieden. Es gibt weiters zwei Sonderformen des Gymnasiums, mit musikischem oder sportlichem Schwerpunkt. Die verschiedenen Typen allgemeinbildender höherer Schulen werden in der Oberstufe weitergeführt. Zusätzlich existiert ein Oberstufenrealgymnasium, welches nach der Hauptschule beziehungsweise nach dem Absolvieren eines Unterstufengymnasiums besucht werden kann (BGBl.I Nr. 242/1962 Seite 1184). Jedes dieser Gymnasien setzt im Lehrplan einen anderen Schwerpunkt. Das zeigt sich in den für jeden Schultyp eigenen Stundentafeln (BGBl.II Nr. 283/2003, Seite 1523ff.). Diese Vielzahl von allgemeinbildenden höheren Schulen mit unterschiedlichen Schwerpunkten legt bereits die Vermutung nahe, dass nicht alle Schüler über die gleiche Anzahl von Schulstunden und -jahre in Biologie und Umweltkunde verfügen.

Der Lehrplan für Biologie und Umweltkunde wurde in den letzten Jahren interessanterweise gekürzt, obwohl die wissenschaftlichen Erkenntnisse gerade in diesen Bereichen enorm zugenommen haben: im Lehrplan von 1989 wurden die Themen Primatologie und Fossilgeschichte des Menschen explizit erwähnt (BGBl.I Nr. 63/1989, Seite 775), im Lehrplan von 2004 sind diese Themen nicht mehr zu finden (BGBl.II Nr. 277/2004, Seite 53).

1.3.2. Kreationismus und Intelligent Design

Anhänger des Kreationismus vertreten die These, dass Gott die Welt und alle Lebewesen, einschließlich des modernen Menschen, in sechs Tagen in ihrer heutigen Form geschaffen hat (Junker et Scherer, 2001; Kutschera, 2008). Sie lehnen eine wissenschaftliche Erklärung für die Entstehung der Erde und des modernen Menschen ab und glauben nicht an die Evolution (Ross, 2005). Darüber hinaus verfechten sie die wörtliche Auslegung der Genesis (Bibel) und glauben an die in der Bibel beschriebenen Ereignisse wie beispielsweise die Sintflut (Allmon, 2005; <http://www.gwup.org/infos/themen-nach-gebiet/84-Kreationismus/57-kreationismus>, zuletzt abgerufen

am 14.9.2011). Es wird zwischen so genannten „Alte Erde“ Kreationisten und „neue Erde“ Kreationisten unterschieden. Die „Alte Erde“ Kreationisten sind der Meinung, dass die Erde älter ist als in der Bibel beschrieben, die „Neue Erde“ Kreationisten hingegen sind der Ansicht, dass die Erde nicht älter als 10 000 Jahre sein kann (errechnet aus den Ereignissen beschrieben in der Bibel) (Junker et Scherer, 2001; Kutschera, 2008; Hemminger, 2009;

<http://ncse.com/creationism/general/creationevolution-continuum>, zuletzt abgerufen am 14.9.2011).

Intelligent Design bezeichnet eine Glaubensrichtung, die das Wirken eines göttlichen Schöpfers im Rahmen der Evolution propagiert. Sie sehen sie jedoch als wissenschaftliche Theorie, nicht als religiöse. Die Komplexität der Anatomie, wie beispielsweise des Auges der Wirbeltiere, kann ihrer Meinung nach nicht durch Zufall entstanden sein sondern benötigte eine Art „Designer“ (daher der Name). (<http://ncse.com/creationism/general/what-is-intelligent-design-creationism>; <http://www.discovery.org/csc/topQuestions.php#questionsAboutIntelligentDesign>; http://www.science-at-home.de/lexikon/lexikon_det_00090801000002.php, zuletzt abgerufen am 14.9.2011).

In den Vereinigten Staaten von Amerika hängt der Unterricht in Evolution in High Schools von den in den Bundesstaaten herrschenden Ausbildungsstandards ab (Bowman, 2008). 20% bis 25% der amerikanischen High-School SchülerInnen lernen im Biologieunterricht neben Evolution auch Kreationismus (Moore, 2007). In öffentlichen Schulen wird Kreationismus als Alternative zu Evolution verstanden, in privaten Schulen als religiöse Erklärung für die Vielfalt des Lebens auf der Erde (Moore, 2007).

Im Jahr 2005 kam es in den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) zu einem Aufsehen erregenden Urteil in einem Prozess. In Dover, Bundesstaat Delaware, klagten die Eltern einiger Schüler der Dovers High School unter anderem das „Dover Area School District“ auf Grund einer geplanten Änderung des Lehrplanes in menschlicher Evolution (Jones III., 2005). Im Konkreten handelte es sich um folgende Aussage: *„Students will be made aware of gaps/problems in Darwin’s theory and of other theories of evolution including, but not limited to, intelligent design. Note: Origins of Life is not taught.”* (Jones III., 2005). Das Gericht kam zu dem Urteil, dass es nicht zulässig sei, Intelligent Design (ID) im Biologieunterricht einer High School als wissenschaftliche Hypothese zu lehren (Jones III., 2005).

Auch in Europa gewinnen Kreationismus und Intelligent Design Theorie immer mehr Anhänger. Diese religiösen, theologischen Theorien könnten die Vermittlung der Evolutionstheorie in Darwins Sinne zurückdrängen (Gross, 2002; Cornish-Bowden et Cárdenas, 2007; Curry, 2009). In Österreich lassen sich ebenfalls Tendenzen hin zur Akzeptanz einer theologischen Auslegung der Evolution erkennen (Schönborn, 2005). Eine Studie von 2010, durchgeführt an allgemeinbildenden, höheren Schulen in Wien, Österreich, kommt zu dem Ergebnis, dass über die Hälfte der befragten SchülerInnen an Evolution, über ein Drittel ID und immerhin ein Viertel an Kreationismus glauben, wobei die „paranormale“ Erklärungsmodelle vor allem bei den befragten Mädchen Anklang finden (Eder et al., 2010).

1.3.3. Studie „Einstellung der Österreicher zur Evolution“

Im Dezember des Jahres 2008 wurde eine Umfrage zur Einstellung der ÖsterreicherInnen zum Thema Evolution durchgeführt (Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, 2009). Mit Hilfe einer computer-basierenden Umfrage wurden die ÖsterreicherInnen zu ihrem Wissen beziehungsweise zu ihrem Interesse an vier verschiedenen Themen die Evolution betreffend interviewt.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass sich die ÖsterreicherInnen für die Entstehung des Menschen und des Lebens interessieren. Die Begeisterung der TeilnehmerInnen für dieses Thema richtet sich vor allem auf die Entstehung des Lebens, der kulturellen und geschichtlichen Entwicklung des Menschen und den Urknall. Allerdings glauben nur achtzig Prozent der Befragten daran, dass Menschen und Affen einen gemeinsamen Vorfahren besitzen. Die ÖsterreicherInnen sehen in der Evolution ein Ergebnis von Zufällen und das die Entstehung des Lebens dadurch nicht befriedigend erklären werden kann. Die Mehrheit schließt dennoch das Einwirken einer überirdischen Intelligenz aus.

In der Schule sollten nach Meinung der befragten ÖsterreicherInnen beide Theorien über Entstehung des Lebens, die naturwissenschaftliche Theorie und eine religiöse, theologische Deutung, einander ergänzend im Unterricht vermittelt werden. Die ÖsterreicherInnen wünschen sich auch vermehrte öffentliche Diskussionen und Berichte zum Thema der Entstehung des Menschen und Ursprung und frühen Evolution des Lebens auf der Erde.

1.3.4. Ziel dieser Arbeit

Wie schon eingangs erwähnt, soll diese Arbeit dazu dienen, einen Eindruck der gegenwärtigen Situation hinsichtlich des menschlichen Evolutionsunterrichts in Österreich zu gewinnen. Von Interesse ist vor allem der Evolutionsunterricht an österreichischen allgemeinbildenden Schulen (AHS), weil wir hier vom Schultypus eine gewisse Bereitschaft und einen ausreichenden zeitlichen Rahmen für dieses Thema vermuten können (spezialisierte Schulen mit Berufsausbildung wie Höhere technische Lehranstalten oder Handelsakademien haben sicher viel engere zeitliche Limits sich mit derart allgemeinen Themen zu beschäftigen oder gar keinen Biologieunterricht). Das Hauptaugenmerk dieser Pilotstudie liegt darin zu untersuchen, in welchem Ausmaß Hominidenevolution überhaupt angeboten wird, was frische Abgänger einer AHS aus dem Themenkreis menschlicher Evolution wissen, wie groß das Interesse der SchülerInnen generell an Biologie und insbesondere an Hominidenevolution ist, und was LehrerInnen und deren AusbilderInnen zu dem Thema sagen können. Wie kann beispielsweise Evolution im Schulunterricht zufriedenstellend für beide Seiten - Schüler und Lehrer - vermittelt werden? Welche Möglichkeiten zur Verbesserung gäbe es? Etwa mehr Unterrichtsstunden in Biologie in der 12. Schulstufe oder die Behandlung des Themas durch fächerübergreifenden Unterricht in mehr als einer Klasse der Oberstufe, die Aufteilung der Inhalte zwischen Biologie- und Geschichtsunterricht? Welche Hilfsmittel können der Wissensvermittlung dienen? Die im Zuge dieser Arbeit durch Interviews erhaltenen Antworten von BiologielehrerInnen, MaturantInnen und UniversitätsprofessorInnen werden diesbezüglich ausgewertet.

Nicht nur das Wissen der abgehenden SchülerInnen ist von Interesse, auch die Frage was österreichische Studierende der Biologie über Hominidenevolution während ihrer Ausbildung erfahren, ist erheblich um die Gesamtheit des Themas zu erfassen. Interviews mit UniversitätsprofessorInnen sollen Aufschluss über diesen Aspekt liefern. Durch Befragungen nationaler und internationaler UniversitätsprofessorInnen wird darüber hinaus erörtert, welcher Wissensstand in der Bevölkerung über die Entstehungsgeschichte der Menschen überhaupt wünschenswert wäre. Schließlich soll noch auf einen weiteren Aspekt im internationalen Vergleich eingegangen werden. Aus europäischer beziehungsweise österreichischer Sicht besteht der Eindruck, dass in den USA Strömungen wie Kreationismus und Intelligent Design die Evolutionstheorie im Schulunterricht, aber auch im Allgemeinwissen, zum Teil bedrängen. Durch Befragung internationaler Experten wird versucht, diesem Umstand auf den Grund zu gehen und somit ein wenig über den Tellerrand der österreichischen Situation zu blicken.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1. Untersuchungsaufbau und -durchführung

In dieser Arbeit wurde versucht die im vorangegangenen Kapitel geschilderte Situation, nämlich die Präsenz der Hominidenevolution im Biologieunterricht österreichischer Gymnasien, von verschiedenen Blickwinkeln aus zu beleuchten. Es wurden UniversitätsprofessorInnen der Universität Wien, welche für die Ausbildung der BiologielehramtskandidatInnen zuständig sind, interviewt. Anschließend wurde mittels eines strukturierten Interviews mit BiologielehrerInnen über die gegenwärtige Situation in Österreich gesprochen. Weiterführend wurden MaturantInnen mittels Fragebogen zu ihrem Curriculum, ihrem Biologieunterricht, ihrer Einstellung zum Thema und ihrem Wissen über die menschliche Evolution befragt. Abschließend wurden Prof. Dr. Kattmann, ein Experte der Biologiedidaktik, und andere internationale ExpertInnen der Paläoanthropologie interviewt. Die Befragungen der ProfessorInnen und LehrerInnen erfolgte mittels eines problemzentrierten Interviews. Durch die Befragung verschiedener in diesem Wissenschaftsfeld Beteiligten wurde versucht, ein möglichst umfassendes und gesamtes Bild der Situation zu erstellen.

2.1.1. Interviews mit universitären Ausbildnern der Biologielehramtskandidaten

Der erste Schritt dieser Arbeit bestand darin, einzelne Betreuer der BiologielehramtskandidatInnen (a.o. Univ.-Prof. Mag. Dr. Hödl und Univ.-Prof. Mag. Dr. Salvini-Plawen) an der größten Universität Österreichs, der Universität Wien, zu diesem Thema zu befragen. Es ging bei dem Interview vorrangig darum, wie intensiv angehende BiologielehrerInnen mit dem Thema "menschliche Evolution" während des Lehramtstudiums konfrontiert werden. Außerdem wurden die Betreuer nach ihrer Meinung befragt, in welchem Ausmaß Hominidenevolution im Biologieunterricht gelehrt werden sollte.

Ergänzend zu den Interviews der beiden Universitätsprofessoren, wurden noch Univ.-Prof. DDr. Gerd Müller, Leiter des Departments für Theoretische Biologie der Universität Wien und Hofrat Prof. Mag. Leo Holey, Direktor des Bundesgymnasiums und Bundesrealgymnasiums Gottschalkgasse 21, 1110 Wien und Vorsitzender des Arbeitskreises für BiologielehrerInnen, zum Thema dieser Arbeit befragt. Ebenso wurde a.o. Univ.-Prof. Dr. Günther Pass, provisorischer Leiter des Österreichischen Kompetenzzentrums für Didaktik der Biologie, im Rahmen dieser Studie per email interviewt.

Im Folgenden sind die Fragen, die den einzelnen InterviewpartnerInnen gestellt wurden, aufgelistet.

1. Wie soll laut dem Lehrplan der gymnasialen Oberstufe die menschliche Evolution behandelt werden?
2. Wann und in welchem Ausmaß sollte die menschliche Evolution im Schulunterricht behandelt werden?
3. Worauf sollte der Unterricht in menschlicher Evolution abzielen?
Sollte es Schwerpunkte geben? Wenn ja, welche?
4. Besitzt die Universität ein Mitspracherecht bei der Lehrplangestaltung?
5. Gibt es im Lehramtsstudium eine verpflichtende Lehrveranstaltung über Hominidenevolution?
Gibt es eine verpflichtende Lehrveranstaltung über die allgemeine Evolution?
6. Lernen LehrerInnen, wie sie den Unterricht interessant gestalten können?
Was wird in der Lehrveranstaltung „Theorie und Praxis der Biodidaktik“ gelehrt?
7. Welche Schulbücher werden verwendet?
Warum hat das Schulbuch „Linder-Biologie“ an österreichischen Gymnasien eine so dominante Rolle?
8. Welche Unterrichtsmaterialien werden im Biologieunterricht verwendet?
Welche Arten von Lehrmitteln wären empfehlenswert?
Gibt es von Seitens des BMUKK Vorgaben hinsichtlich der Lehrmittel, die eine Schule generell besitzen sollte?
Fänden Sie eine Art "Hominidenevolutionskoffer", der die verkleinerten Abgüsse der wichtigsten fossilen Hominiden enthält als einen sinnvollen Unterrichtsbehelf?

2.1.2. Befragung der BiologielehrerInnen

Um des Weiteren die Situation an österreichischen Gymnasien zu beleuchten, wurden BiologieprofessorInnen einzelner Wiener und Wiener Neustädter Gymnasien befragt. Die BiologielehrerInnen können einen Eindruck vermitteln, wie und was über Hominidenevolution in den Schulen gelehrt wird. Durch ihre eigenen Erfahrungen können sie, zumindest subjektiv, darlegen, wie sehr sich die SchülerInnen ihrer Meinung nach für Biologie begeistern und ob das Thema bei den Jugendlichen Hominidenevolution Interesse weckt.

Nachfolgend sind die den BiologielehrerInnen gestellten Fragen angeführt.

1. Wie viele Unterrichtsstunden wenden Sie persönlich für den Themenbereich „Evolution“, speziell für "Hominidenevolution", auf?
2. Welche Themen werden in der 12. Schulstufe im Biologieunterricht behandelt?
3. Hätten Sie gerne mehr Zeit für die Behandlung der menschlichen Evolution in Ihrem Unterricht?
4. Haben Sie, wenn in der 11. Schulstufe kein Biologieunterricht stattfindet, überhaupt Zeit, in der 12. Schulstufe auf die menschliche Evolution einzugehen?
5. Gehen Sie im Rahmen des Wahlpflichtfaches Biologie näher auf das Thema „Evolution“ ein?
6. Herrscht vermehrtes Interesse der SchülerInnen am Thema „menschliche Evolution“?
7. In wie weit sind Sie persönlich an der menschlichen Evolution interessiert?
8. Welche Lehrmittel stehen Ihnen im Biologieunterricht zur Veranschaulichung des Themas „menschliche Evolution“ zur Verfügung?
9. Haben Sie Interesse an neuen Unterrichtsmaterialien im Bereich der Hominidenevolution? Wie werden neue Unterrichtsmaterialien finanziert?
10. Welche Schulbücher verwenden Sie an Ihrer Schule für den Biologieunterricht?
11. Wie ausführlich wird die menschliche Evolution in dem von Ihnen verwendeten Schulbuch behandelt?
12. Wer entscheidet, welche Schulbücher für den Biologieunterricht verwendet werden?

2.1.3. *MaturantInnenbefragung*

Für den Hauptteil dieser Pilotstudie wurden MaturantInnen allgemeinbildender höherer Schulen (AHS) zu ihrem Curriculum, ihrem Biologieunterricht, ihrer Einstellung zum Thema und ihrem Wissen über menschliche Evolution befragt. Das Untersuchungsmaterial ist ein 20 Punkte umfassender Papier-Bleistift Fragebogen, der gemeinsam mit meinem Betreuer a.o. Univ. Prof. Dr. Gerhard Weber von der Universität Wien entworfen wurde. Die Fragebögen wurden im Zeitraum des Juni 2007 an MaturantInnen des Jahrgangs 2006/2007 verteilt. Die Auswahl der befragten MaturantInnen zielte darauf ab, Schulen aus verschiedenen Bundesländern Ostösterreichs (Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark, Wien) und nahezu alle in Österreich existierenden gymnasialen Schwerpunkttypen (Humanistik, Mathematik, Musik, Naturwissenschaften, Sport, Wirtschaft) zu erfassen. Insgesamt wurden 157 beantwortete Fragebögen für die Untersuchung herangezogen und ausgewertet. Es wurden im Rahmen der Pilotstudie ausnahmslos MaturantInnen allgemeinbildender höherer Schulen befragt. Der Grund hierfür war, dass es an Gymnasien in beinahe allen Schulstufen Biologieunterricht, abhängig vom Schwerpunkt der Schule, gibt.

Folgend ist der bei der Datenerhebung verwendete Fragebogen abgebildet

Fragebogen**„Menschliche Evolution im Biologieunterricht“****1. Welche Schule haben Sie zuletzt besucht?**

- ☐ Naturwissenschaftlich orientierte Oberstufe
- ☐ Wirtschaftskundlich orientierte Oberstufe
- ☐ Humanistisch/sprachlich orientierte Oberstufe
- ☐ Sportlich orientierte Oberstufe
- ☐ Musisch orientierte Oberstufe
- ☐ Technisch orientierte Oberstufe
- ☐ Andere: _____

2. Wie viele Jahre Biologieunterricht hatten Sie insgesamt in der Oberstufe?

- ☐ 1 Jahre
- ☐ 2 Jahre
- ☐ 3 Jahre
- ☐ 4 Jahre
- ☐ 5 Jahre

3. Wurde im Biologieunterricht der Oberstufe das Thema „menschlichen Evolution“ behandelt?

- ☐ ja
- ☐ nein

4. Wenn ja, in wie vielen Unterrichtsstunden insgesamt haben Sie etwas über die menschliche Evolution gehört?

- ☐ 1-2 Stunden
- ☐ 3-4 Stunden
- ☐ 5-6 Stunden
- ☐ Mehr, und zwar _____ Stunden

5. Wurde im Unterricht Anschauungsmaterial zum Thema der menschlichen Evolution verwendet?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

Wenn ja, welches?

- ☐ Abgüsse von Schädeln oder anderen Skelettteilen
- ☐ Video/DVD
- ☐ Poster/Diashow/PowerPoint Präsentation
- ☐ Andere: _____

6. Können Sie Autor und Titel des verwendeten Schulbuchs nennen?

7. Sind Sie der Meinung, dass die Verwendung von realen Modellen (beispielsweise Abgüsse von Fossilien) im Biologieunterricht das Verständnis für die Hominidenevolution fördern kann?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

Wenn nein, warum?

8. Hätten Sie andere Ideen, wie man den menschlichen Evolutionsunterricht auflockern bzw. anschaulicher darstellen könnte?

9. Wie empfanden Sie den Biologieunterricht allgemein?

- ☐ Sehr interessant
- ☐ Interessant
- ☐ Weniger interessant
- ☐ Uninteressant

10. Interessiert Sie persönlich das Thema „Menschliche Evolution“?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

Wir würden gerne einige Fragen zum vorhandenen Verständnis zur menschlichen Evolution stellen:

(richtige Antworten in fettem Schriftstil)

11. Was waren die entscheidenden Veränderungen im Lauf der letzten Millionen Jahre, die uns Menschen kennzeichnen?

(Mehrfachantworten möglich)

- ☐ **Aufrechter Gang (Bipedie)**
- ☐ Stereoskopes Sehen
- ☐ **Veränderungen im Kauapparat**
- ☐ **Gehirnvergrößerung**
- ☐ Säugen des Nachwuchses
- ☐ **Sprachentwicklung**
- ☐ Ausbildung einer Wirbelsäule

12. Was ist das dem Menschen am nächsten verwandte Tier?

(Einfachantwort)

- ☐ Gorillas
- ☐ Schäferhunde
- ☐ **Schimpansen**
- ☐ Delphine
- ☐ Paviane
- ☐ Keines, der Mensch stammt nicht von Tieren ab

13. Wann entstand der moderne Mensch, der von uns anatomisch kaum zu unterscheiden ist?

(Einfachantwort)

- ☐ 5.000.000 Jahre
- ☐ 1.000.000 Jahre
- ☐ 500.000 Jahre
- ☐ **200.000 Jahre**
- ☐ 50.000 Jahre
- ☐ 10.000 Jahre
- ☐ 1.000 Jahre

14). Was ist der älteste bisher bekannte Hominide (Urahn des Menschen)?**(Einfachantwort)**

- *Australopithecus afarensis*
- *Orrorin tugenensis*
- *Paranthropus boisei*
- *Homo erectus*
- *Australopithecus africanus*
- ***Sahelanthropus tchadensis***
- *Homo neanderthalensis*

15. Was ist zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Gehirnes wichtiger?

- Absolute Gehirngröße
- **Relative Gehirngröße**

16. Robuste Australopithecinen ernährten sich hauptsächlich von?

- Fleisch
- **Pflanzen und Insekten**

17. Die Entstehung des aufrechten Ganges ist gekoppelt mit?**(Mehrfachantworten möglich)**

- **Freiwerden der Hände für andere Tätigkeiten als Fortbewegung**
- Verbessertem Hörsinn
- **Anatomischen Veränderungen des Beckens**
- **Anatomischen Veränderungen der Wirbelsäule**
- Werkzeugherstellung

Geschlecht**Alter**

- | | |
|------------|-------|
| ○ Männlich | 18-20 |
| ○ Weiblich | 21-25 |
| | > 25 |

Ort und Bundesland: _____**Danke für Ihre Mitarbeit!**

2.1.4. Interview mit einem Biologiedidaktikexperten

Nach der Auswertung der Fragebögen wurden die Ergebnisse Prof. Dr. Ulrich Kattmann, dem ehemaligen Leiter der AG Biodidaktik an der Universität Oldenburg, präsentiert. Im Interview schildert er seine Erfahrungen, wie die menschliche Evolution im Schulunterricht an Deutschlands allgemeinbildenden höheren Schulen behandelt wird, und vergleicht sie mit den österreichischen Ergebnissen. Da Prof. Kattmann jahrelang die Leitung des Biologiedidaktikzentrums der Universität Oldenburg über hatte und selbst promovierter Biologe ist, kann er auf sein großes Wissen und seine reiche Erfahrung hinsichtlich dieses Themas zurückgreifen. Weiters verfasste er gemeinsam mit anderen Autoren ein Kerncurriculum für die deutsche gymnasiale Oberstufe und verschiedene Unterrichtsbeihelfe zum Thema Evolution im Biologieunterricht (Harms et al., 2004; Kattmann, 2007; Kattmann, 2008).

Folgende Fragen wurden während des Interviews gestellt.

- | | |
|----|---|
| 1. | In welcher Schulstufe wird die menschliche Evolution in den deutschen Mittelschulen unterrichtet? |
| 2. | In welcher Schulstufe sollte die menschliche Evolution in der Schule unterrichtet werden? |
| 3. | In welchem Ausmaß sollte die menschliche Evolution im Unterricht behandelt werden? |
| 4. | Ab welchem Alter können SchülerInnen Evolution begreifen? |
| 5. | Dient die Verwendung von Abgüssen menschlicher Fossilien im Schulunterricht dem besseren Verständnis der SchülerInnen für Evolution? |
| 6. | Welche Schulbücher werden im Biologieunterricht an allgemeinbildenden höheren Schulen in Deutschland am häufigsten verwendet?
Wie oft werden Schulbücher aktualisiert? |
| 7. | Wie werden Schulbücher und andere Lehrmittel finanziert? |
| 8. | Gibt es in Deutschland einen einheitlichen Biologielehrplan? |

2.1.5. Befragung anderer internationaler ExpertInnen

Für diese Pilotstudie wurden abschließend exemplarisch international bekannte und angesehene Paläoanthropologen, nämlich Sarah Elton (University of York, UK), Dean Falk (Florida State University, USA), Donald Johanson (Arizona State University, Institute of Human Origins, USA), Andrew Kramer (University of Tennessee, USA), Gerd Müller (Universität Wien, Österreich), Jeffrey Schwartz (University of Pittsburgh, USA), Horst Seidler (Universität Wien, Österreich), Fred Smith (Illinois State University, USA), Tanya Smith (Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Deutschland) und Ian Tattersall (American Museum of Natural History, New York, USA) per email befragt.

Von großem Interesse waren die Meinungen der erfahrenen WissenschaftlerInnen. Durch ihre jahrelange Lehrtätigkeit konnten sie Einblicke darauf gewähren, was BiologiestudentInnen des ersten Semesters über die menschliche Evolution wissen. Sie sollten darüber hinaus schildern, wie es mit der Bildung der Allgemeinbevölkerung im jeweiligen Landbezüglich des Themas Hominidenevolution bestellt ist. Auf diesem Wege sollte verglichen werden, was StudentInnen und die Bevölkerung in verschiedenen Ländern über die menschliche Evolution wissen. Die Ergebnisse sollten dann gemeinsam mit den aus den anderen Interviews gewonnen Resultaten einen Ansatz liefern, in welchem Umfang die menschliche Evolution im Schulunterricht behandelt werden und wie das durch diese Grundlage gebildete Allgemeinwissen aussehen sollte.

2.2. Lehrpläne

An österreichischen allgemeinbildenden höheren Schulen wird die menschliche Evolution in der 7. und 12. Schulstufe im Biologie und Umweltkunde Unterricht behandelt (BGBl.II Nr. 133/2000, Seite 1060; BGBl.II Nr. 277/2004, Seite 53).

Der Biologieunterricht in der 7. Schulstufe gliedert sich in drei Themen:

- I. Mensch und Gesundheit
- II. Tiere und Pflanzen
- III. Ökologie und Umwelt

Das Kapitel „Evolution“ ist dem Schwerpunkt „Tiere und Pflanzen“ zugeordnet, Zitat: „*Weiters ist die Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens, einschließlich des Menschen, zu behandeln.*“ (BGBl.II Nr. 133/2000, Seite 1059f.). In den Schulbüchern für die 7. Schulstufe wird der menschlichen Evolution, neben der allgemeinen Evolution, ein eigenes Kapitel gewidmet (Biologie und Umwelt 3, Biologisch 3).

Der Biologieunterricht der 12. Schulstufe gliedert sich ebenfalls in drei Themen

- I. Mensch und Gesundheit
- II. Weltverständnis und Naturerkenntnis
- III. Biologie und Produktion.

Das Kapitel „Weltverständnis und Naturerkenntnis“ setzt sich aus den Themenkreisen

- i. Zelle
- ii. Genetik
- iii. Evolution

zusammen.

Die menschliche Evolution wird im Lehrplan von 2004 nicht mehr explizit erwähnt, Zitat: „*Grundlagen chemischer und biologischer Evolution erwerben; Einblick in Evolutionstheorien. Überblick über den Ablauf der Entwicklungsgeschichte*“ (BGBl.II Nr. 277/2004, Seite 53). In den Schulbüchern wird der menschlichen Evolution dennoch ein eigenes Kapitel gewidmet (Linder-Biologie 3, Hofer-Biologie 8, bio@school 8, Über die Natur 3).

2.3. Datenanalyse

Die Auswertung der Fragebögen wurde mit dem Statistikprogramm SPSS, Version 15.0 durchgeführt. Es wurden für die Präsentation der Ergebnisse Häufigkeitstabellen, Kreis- und Balkendiagrammen erstellt. Für die statistische Auswertung hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen verschiedenen Variablen wurden Box-Plot-Diagramme, Mann-Whitney-Tests und H-/Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Für diesen Signifikanztest wurden die Variablen „Schule“, „Anzahl der Unterrichtsjahre in Biologie“, „Anzahl der Unterrichtsstunden in Biologie“, „Anzahl der Unterrichtsstunden in menschlicher Evolution“, „Verwendung von Anschauungsmaterialien“, „Verwendung von Abgüssen“, „Interesse an Biologie“ und „Interesse an menschlicher Evolution“ jeweils in zwei Gruppen zusammengefasst. Anschließend wurden diese Variablen mit einer aus den Antworten berechneten Variablen „Wissen“ einem Mann-Whitney-Test unterzogen.

Die Berechnung der neuen Variablen „Wissen“ wurde auf folgenden Weg durchgeführt: Insgesamt beinhaltete der Fragebogen sieben Wissensfragen. Bei den Fragen 11 und 17 war die Auswahl von bis zu fünf Mehrfachantworten möglich. Jede einzelne Antwortoption der beiden Fragen wurde im Statistikprogramm SPSS als eigenständige Variable kodiert, wodurch sich in Summe 17 anstatt sieben „Wissensvariablen“ ergaben. Anschließend wurde für die einzelnen TeilnehmerInnen eine neue Variable, genannt „Score“, erzeugt, die das gesamte Wissen der SchülerInnen über die menschliche Evolution in sich vereint und repräsentiert. Jede richtige Antwort wurde mit plus 1 kodiert. Wurde bei den Fragen 11 und 17 jedoch eine falsche Antwort wiedergegeben, wurde diese mit minus 1 kodiert. Dadurch ergab sich ein Maximalwert von 12 (= 100 % richtige Antworten) bei der Variabel „score“ anstelle von, wie oben bereits erwähnten, 17 möglichen „Wissensvariablen“. Der Namen dieser Variablen wurde dann in „Wissen“ abgeändert und des Weiteren noch in fünf dem österreichischen Notensystem entsprechenden Gruppen zusammengefasst, um für die statistische Auswertung geeignete Ergebnisse zu erzielen. Diese neue Variable wurde „Wissen prozentuell“ genannt. Danach wurde mit dieser und den bereits oben angeführten Variablen nochmals ein Mann-Whitney-Tests durchgeführt.

3. ERGEBNISSE

3.1. Interview mit Ausbildnern der BiologielehramtskandidatInnen an der Universität Wien

Zu Beginn dieser Arbeit wurden die Betreuer der Biologielehramts-KandidatInnen an der Universität Wien für den Jahrgang 2007/2008, a.o. Univ.-Prof. Mag. Dr. Walter Hödl und Univ.-Prof. Mag. Dr. Luitfried Salvini-Plawen, interviewt. Um einen umfassenderen Einblick in die Situation zu bekommen, wurden auch Univ.-Prof. DDr. Gerd Müller, Leiter des Departments für Theoretische Biologie der Universität Wien, und Hofrat Prof. Mag. Leo Holmy, Direktor des Bundesgymnasiums und Bundesrealgymnasiums Gottschalkgasse 21, 1110 Wien und Vorsitzender des Arbeitskreises für BiologielehrerInnen, mittels eines problemzentrierten Interviews befragt. Abschließend wurde noch a.o. Univ.-Prof. Dr. Günther Pass, provisorischer Leiter des Österreichischen Kompetenzzentrums für Didaktik der Biologie, interviewt.

Ziel der Befragungen war es zu ermitteln, wie ausführlich BiologielehrerInnen während ihrer universitären Ausbildung in Hominidenevolution geschult werden. Darüber hinaus sollte mittels der Interviews ein Eindruck gewonnen werden, ob Unterrichtsbehelfe wie Anschauungsmaterialien und Schulbücher im Unterricht eingesetzt werden und auf welchem Weg deren Finanzierung erfolgt. Auch die Behandlung der menschlichen Evolution im gymnasialen Biologieunterricht war ein Thema dieser Befragungen.

3.1.1. Darstellung der Interviews

Prof. Hödl, Prof. Müller, Prof. Salvini-Plawen und Prof. Holmy wurden in einem persönlichen-mündlichen Interview befragt. Prof. Pass wurde gebeten die Fragen per email zu beantworten.

Die Ergebnisse der Interviews werden im Folgenden, nach Fragen gegliedert, dargestellt. Sich gleichende Aussagen aller befragten Professoren wurden zusammengefasst und am Beginn der jeweiligen Beantwortung der einzelnen Fragen ohne nochmalige Aufzählung aller Namen wiedergeben.

1. Frage:

Wie soll laut dem Lehrplan der gymnasialen Unterstufe die menschliche Evolution behandelt werden?

Laut Lehrplan für das Gymnasium stellt der „Mensch“ während des gesamten gymnasialen Biologieunterrichts das zentrale Thema dar (BGBl.II Nr. 133/2000, Seite 1060 und BGBl.II Nr. 277/2004, Seite 53). In der 7. Schulstufe allgemeinbildender höherer Schulen widmet sich der erste Abschnitt des Kapitels über die Evolution der Entstehungsgeschichte des modernen Menschen. Erst danach wird die Evolution der anderen Lebewesen unterrichtet.

Für Prof. Hödl ist diese Reihenfolge im Evolutionsunterricht, also die Evolution von „hinten nach vorne“ zu lehren, nicht sinnvoll. Prof. Pass findet den Unterricht in Evolution während der 7. Schulstufe zweckmäßig, wobei aber darauf geachtet werden muss, den Stoff altersadäquat zu behandeln. Mag. Holey sieht das Thema Evolution während der gesamten Schulzeit als ein wichtiges Kapitel der Biologie an. Bereits im Biologieunterricht der 5. Schulstufe erstellt er Querverweise zur Evolution an Hand der entwicklungsgeschichtlichen Entstehung der Gattung Pferd.

2. Frage:

Wann und in welchem Ausmaß sollte die menschliche Evolution im Schulunterricht behandelt werden?

Biologie unterscheidet sich von den anderen Naturwissenschaften, wie Chemie und Physik, durch die Evolutionstheorie. "Versteht man die Evolution nicht, versteht man die Biologie nicht" erläutert Prof. Hödl. Um dies mit einem Zitat des Evolutionsbiologen Theodosius Dobzhansky zu unterstreichen: *"Nothing in Biology makes sense, except in the light of evolution."* (Dobzhansky, 1973).

Daraus resultiert für Prof. Hödl die Notwendigkeit des Hominidenevolutionsunterrichts in den Schulen. Es ist schwierig zu ermessen wann und wie der Mensch und seine Evolution im Biologieunterricht behandelt werden sollen. Prof. Hödl, selbst Botaniker und Zoologe, würde dem Menschen im gesamten Biologieunterricht keine zentrale Rolle zuweisen. Der Mensch ist ein Teil der Evolution, eine Tatsache, die die LehrerInnen den SchülerInnen zu verstehen geben sollten. Auch im Biologieunterricht sollte keine zu detaillierte oder vorrangige Behandlung der Hominidenevolution erfolgen. Dies ist jedoch widersprüchlich zum Unterricht über das menschliche Verhalten, welches aus der menschlichen Entwicklungsgeschichte heraus resultiert. Prof. Hödl würde es genügen, einzelne ausgewählte Hominidenspezies im Unterricht zu erwähnen. Alle menschlichen Vorfahren aufzulisten wäre seiner Meinung nach übertrieben. Besser wäre es, wenn LehrerInnen den SchülerInnen einen Überblick über die menschliche Evolution verschaffen.

Für Prof. Salvini-Plawen, ebenfalls Zoologe, ist Faktenvermittlung das Wichtigste im Biologieunterricht.

Prof. Pass ist der Meinung, dass sich „das Thema Evolution wie ein roter Faden durch den gesamten Biologieunterricht ziehen sollte“. Mag. Holemy bringt die allgemeine Evolution zusätzlich in der 10. und 11. Schulstufe im Biologieunterricht ein. Das Thema erst in der 12. Schulstufe zu unterrichten ist für ihn zu spät. Nach seiner Meinung und Erfahrung als Biologielehrer können sich Kinder Evolution vorstellen, vor allem, wenn Vergleiche mit heute lebenden Tieren gezogen werden um das Thema anschaulicher zu gestalten, wobei er selbst methodisch in dieser Art und Weise unterrichtet.

Für Prof. Müller ist es wichtig, dass SchülerInnen verstehen, dass die verschiedenen Spezies, auch die des Menschen, nicht linear entstanden sind, sondern dass viele von ihnen gleichzeitig existierten. Die Zeitdimension sollte im allgemeinen Teil der Evolution behandelt werden. Evolution ist überall: Kultur, Sprache, Technik, etc. und kann so mittels Querverbindung zu diesen Themen vernetzt werden. Prof. Müller ist dennoch der Ansicht, dass Evolution als eigenes Kapitel im Biologieunterricht behandeln werden sollte. Durch immer neue wissenschaftliche Erkenntnisse gilt die Evolution heutzutage als bewiesen. Evolution ist darüber hinaus wichtig für alle anderen Themen der Biologie. Am besten wäre es, Hominidenevolution mit den grundlegenden Fakten der Evolution einzuleiten. Bereits in der Unterstufe sollte begonnen werden Evolution zu unterrichten fährt Prof. Müller fort. Die Kinder können beispielsweise mit dem Thema „Dinosaurier“ langsam an dieses Thema herangeführt werden. Zu Beginn des Evolutionsunterrichts sollten die verschiedenen Evolutionstheorien kurz umrissen und den SchülerInnen erläutert werden. Prof. Müller erwähnt darüber hinaus, dass heutzutage lediglich der Inhalt der Schulbücher und keine Information, die darüber hinaus reichen, unterrichtet werden.

3. Frage

Worauf sollte der Unterricht in menschlicher Evolution abzielen?

Sollte es Schwerpunkte geben? Wenn ja, welche?

Prof. Hödl ist der Ansicht, dass im Unterricht in menschlicher Evolution auf die Mechanismen und treibenden Kräfte hinter der Evolution Wert gelegt werden sollte. Faktoren wie Umwelt und Zufall spielen bei diesem Thema eine wichtige Rolle und sollten in diesem Zusammenhang im Unterricht behandelt werden. Prof. Hödls Meinung nach, sollten darüber hinaus alle bekannten Evolutionstheorien im Schulunterricht durchgenommen und mit der Evolutionstheorie nach Darwin verglichen werden.

Die Prinzipien der menschlichen Evolution anhand einiger ausgewählter Beispiele zu vermitteln ist für Prof. Hödl äußerst relevant. Er sieht die Behandlung folgender Fragen im Biologieunterricht als bedeutend an: Welche Anzahl von Zufällen war nötig, um unsere Spezies zu kreieren? Welche Faktoren sind verantwortlich, dass eine Spezies ausstirbt, eine andere hingegen nicht? Warum sind die Neandertaler und alle anderen Menschenarten ausgestorben und der moderne Mensch nicht? LehrerInnen können sich, wenn sie an Hominidenevolution interessiert sind, privat näher damit auseinandersetzen. Im Schulunterricht ist eine allzu detaillierte Behandlung des Stoffs nicht notwendig

meint Prof. Hödl. Die Evolutionslehre sieht sich in letzter Zeit gehäuft mit der Lehre der Kirche konfrontiert. Aus diesem Grund sollte im Evolutionsunterricht die Einstellung der Kirche zu diesem Thema erwähnt und, wenn Zeit bleibt, mit den SchülerInnen diskutiert werden ist Prof. Hödl überzeugt. Mag. Holemy findet im Unterricht in menschlicher Evolution die Behandlung einzelner Spezies der menschlichen Vorfahren sinnvoll.

Die Hominidenevolution ist Fakt, keine Spekulation erläutert Prof. Müller. Für ihn ist es wichtig im Unterricht zu erwähnen, dass die menschliche Evolution als bewiesen gilt. Es existieren in der Fundlage der Hominidenevolution, im Gegensatz zu anderen Organismen, jedoch Lücken fährt er fort und erwähnt in diesem Zusammenhang das Beispiel der systematischen Klasse der Muscheln (Bivalven), bei der eine durchgehende Reihe von fossilen Funden über ihre gesamte bisherige Existenz vorhanden ist.

4. Frage:

Besitzt die Universität ein Mitspracherecht bei der Lehrplangestaltung?

Die Universität besitzt kein „Mitspracherecht“ bei der Lehrplangestaltung, obwohl sie für die Ausbildung der LehramtskandidatInnen verantwortlich ist schildert Prof. Hödl die momentane Situation. Bei der letzten Neugestaltung des Lehrplans für österreichische Gymnasien wirkte Frau a.o. Univ.-Prof. Mag. Dr. Ulrike Unterbrunner von der Arbeitsgruppe "Didaktik der Bio- und Geowissenschaften" der Universität Salzburg außerordentlich mit (Unterbrunner, 2009).

5. Frage:

Gibt es im Rahmen des Lehramtsstudiums der Biologie eine verpflichtende Lehrveranstaltung über Hominidenevolution?

Existiert eine verpflichtende Lehrveranstaltung über die allgemeine Evolution?

Das Diplomstudium Biologie ist seit dem Wintersemester 2007 nach dem Bologna-System organisiert. Es besteht aus einem Bachelor-, und Masterabschnitt (BGBl.I Nr. 120/2002; BGBl.I Nr. 74/2006). Für das Lehramtsstudium Biologie gilt dieses System noch nicht (BGBl.I Nr. 120/2002). Laut Prof. Hödl sollte es aber in den kommenden Jahren, voraussichtlich mit dem Studienjahr 2012/2013 (<http://lehrerinnenbildung.univie.ac.at/lehrerinnenbildung-neu>, zuletzt abgerufen am 14.9.2011) eingeführt werden. Nach der Umstellung des Lehramtsstudiums auf das Bologna-System sind die Bachelor-AbsolventInnen nicht berechtigt zu unterrichten. Sie können ausschließlich Nachhilfe geben oder in der schulischen Nachmittagsbetreuung arbeiten. Die vollständige Lehrberechtigung erhalten LehrerInnen erst mit dem Master-Abschluss schildert Prof. Hödl die zukünftige Organisation der Ausbildung.

Um Hominidenevolution angemessen unterrichten zu können, ist die Ausbildung der LehramtskandidatInnen in menschlicher Evolution von entscheidender Bedeutung. Allerdings gibt es keine verpflichtende Lehrveranstaltung zum Thema Hominidenevolution im Rahmen des Lehramtsstudiums „Biologie“. Es erscheint deshalb nicht verwunderlich, wenn die Ausbildung der SchülerInnen in dieser Thematik nicht sehr umfangreich ist, fährt Prof. Hödl fort.

Im Studienplan des Lehramtsstudiums für Biologie ist der Besuch der Vorlesungen „*Einführung in die Anthropologie*“, „*Evolutionsbiologie*“ und „*Anatomie und Biologie des Menschen*“ vorgeschrieben (<http://www.univie.ac.at/stv-biologie/HP/files-LA/Curriculum-LA.pdf>, abgerufen am 14.9.2011). Prof. Salvini-Plawen erklärt, dass Hominidenevolution in den Lehrveranstaltungen „*Anatomie und Biologie des Menschen*“ und „*Einführung in die Anthropologie*“, beide verpflichtend für das Absolvieren des Lehramtsstudiums, behandelt wird. Die menschliche Evolution ist in den angeführten Vorlesungen allerdings kein zentrales Thema. Diese rudimentäre Ausbildung der LehrerInnen in Hominidenevolution wirkt sich natürlich auf das dann weitergegebene Wissen an die AHS SchülerInnen aus. Deshalb wissen die Jugendlichen ebenfalls nur wenig über die menschliche Evolution vermutet Prof. Hödl.

6. Frage:

Lernen LehrerInnen wie sie den Unterricht für die SchülerInnen interessant gestalten können?

Was wird in der Lehrveranstaltung „Theorie und Praxis der Biologie“ gelehrt?

Im ersten Abschnitt des Studiums besuchen die LehramtstudentInnen die Lehrveranstaltung „*Theorie und Praxis der Fachdidaktik - Theorie und Praxis der Fachdidaktik in BU (Biologie und Umweltkunde)*“ erzählt Prof. Hödl. Im zweiten Abschnitt des Lehramtsstudiums für Biologie ist dann die Vorlesung und das Seminar „*Biologie und Ökologie der Tiere*“ zu absolvieren. Die Vorbereitung und Durchführung dieser Lehrveranstaltung gestalten zur Gänze die LehramtskandidatInnen erläutert Prof. Hödl. In diesem Seminar sollen sie die Technik des Frontalunterrichts erlernen. Außerdem wird den StudentInnen dort vermittelt, Akzente und Schwerpunkte zu setzen, um SchülerInnen für den Unterricht zu begeistern.

Die Begeisterung und das persönliche Interesse der LehrerInnen am Unterricht sind für SchülerInnen sehr wichtig, erzählt Prof. Hödl. Sind die LehrerInnen selbst nicht am Stoff interessiert, beeinflusst dieses Desinteressen natürlich auch die SchülerInnen. LehrerInnen sind für SchülerInnen ein „*Katalysator*“ (Zitat Prof. Hödl). Jugendliche werden selbstverständlich sehr stark von den sie umgebenden Menschen beeinflusst und geprägt, auch wenn sie sich heutzutage abseits der Schule selbstständig über das Internet weiterbilden.

7. Frage:

Welche Schulbücher werden im Biologieunterricht verwendet?

Warum herrscht das Biologielehrbuch „Linder-Biologie“ an österreichischen Gymnasien vor?

An den österreichischen Gymnasien werden Prof. Salvini-Plawens Einschätzung nach zwischen vier und fünf unterschiedliche Biologiebücher verwendet, wobei „Linder-Biologie“ das in der österreichischen AHS-Oberstufe mit Abstand am häufigsten verwendete Biologielehrbuch repräsentiert. Diese Vermutung wird durch Mag. Holeyms Aussage bestätigt.

Prof. Hödl hat eine mögliche Erklärung für die Vorherrschaft dieses Schulbuches an den österreichischen AHS parat: in den 1980er Jahren wurde ein Nachschlagewerk für BiologielehrerInnen benötigt. „Linder-Biologie“ schien dafür am besten geeignet und fand so auch Eingang in den Schulunterricht in Biologie. Für diesen Zweck ist „Linder-Biologie“ jedoch ungeeignet, da es für SchülerInnen unverständlich verfasst ist fährt Prof. Hödl fort. Für an Biologie interessierte SchülerInnen stellt dieses Buch jedoch ein probates Mittel dar, um sich mit der Unterrichtsmaterie abseits der Schule weiter auseinanderzusetzen. Mag. Holey erklärt, dass „Linder-Biologie“ durch die Überarbeitungen in den letzten Jahren mittlerweile für die SchülerInnen besser geeignet ist als früher. Darüber hinaus wird das Thema Hominidenevolution in „Linder-Biologie 3“ detailliert behandelt. Es enthält 74 Seiten über die Evolution, 15 Seiten davon sind der menschlichen Evolution gewidmet. Der genaue Inhalt dieses Buches, ist in Kapitel 3.2.1., Seite 43ff. gekürzt und zusammengefasst nachzulesen.

Ein weiteres in der Oberstufe häufiger gebrauchtes Schulbuch ist „Leben und Umwelt 8“ weiß Prof. Salvini-Plawen. Zwei der Schulbuchautoren sind a.o. Univ-Prof. Dr. Helge Hilgers, Vizedekan der Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Wien, und Univ. Prof. Dr. Maria Teschler-Nicola, Direktorin der Anthropologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien.

Es gibt von Seiten der Schulbehörde und des Unterrichtsministeriums keine Vorgaben, welche Schulbücher im Biologieunterricht verwendet werden sollen. Es existiert nur eine Liste vorab selektierter Schulbücher, aus der die BiologielehrerInnen wählen können. Die Entscheidung, welches Schulbuch schlussendlich im Unterricht verwendet wird, ist jeder Schule selbst überlassen (Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, 2008b). Prof. Hödl schildert weiters, dass Schulbücher im Rahmen einer Lehrplan-Umstellung aktualisiert werden. Mag. Holey erläutert, dass Schulbücher circa alle 15 Jahre neu bearbeitet werden.

8. Frage:

Welche Unterrichtsmaterialien werden im Biologieunterricht verwendet?

Welche Arten von Lehrmitteln wären empfehlenswert?

Gibt es von Seitens des BMUKK Vorgaben hinsichtlich der Lehrmittel, die eine Schule generell besitzen sollte?

Gäbe es von Ihrer Seite Interesse an einem Hominidenevolutionskoffer als Unterrichtbehelf, der die Abgüsse der wichtigsten, fossilen Hominiden enthält?

Der Einsatz und die Frequenz der Verwendung von Anschauungsmaterialien im Unterricht liegen im Ermessen der LehrerInnen. Es gibt, ebenso wie bei den Schulbüchern, keine Empfehlungen, Standards oder Vorgaben, welche Anschauungsmaterialien eine Schule besitzen soll von seitens des BMUKK oder der zuständigen Stellen in den Bundesländern. Der Erwerb verschiedener Lehrmittel bleibt jeder Schule selbst überlassen (Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, 2008b).

Prof. Salvini-Plawen ist der Meinung, dass für die SchülerInnen Dokumentationen und Filme die interessantesten aller Anschauungsmaterialien sind. Das Geld für neue Lehrmittel beziehen Schulen vom eigenen Elternverein. Von einer Subvention seitens der Bundesländer oder des Ministeriums weiß Prof. Hödl nichts.

Mag. Holemy erklärt, dass es an den einzelnen Schulen Vorschläge seitens des Lehrkörpers der eigenen Schule gibt, wofür das schuleigene Budget verwendet werden sollte. Allerdings müssen von dem vom Bundesministerium ausgegeben Etat, welcher der Bildungseinrichtung zur Verfügung steht, sämtliche Kosten der Schule gedeckt werden, so auch beispielsweise die Heizung. Das restliche Geld verteilt die Schule dann auf die für sie vorrangigen Unterrichtsgegenstände. Momentan sind Internet und IT stark im Vormarsch an den Schulen. In diesen Bereich wird daher der Großteil des Geldes investiert. Es gibt zusätzlich Aktionen seitens des BMUKK, für den Bereich Informatik (<http://www.bmukk.gv.at/schulen/pwi/index.xml>, zuletzt abgerufen am 14.9.2011). Die Hälfte der Materialien für diesen Bereich bezahlt das BMUKK fährt Mag. Holemy fort. Er selbst verwendet im Evolutionsunterricht keine Schädelabgüsse. Allerdings hält er die Einbringung und den Gebrauch von Anschauungsmaterialien für sehr wichtig. Eine Art "Evolutionskoffer" für den Unterricht in Hominidenevolution könnte die LehrerInnen interessieren. Wichtig bei der Entwicklung eines solchen wäre allerdings, dass gemeinsam mit den Anschauungsmaterialien auch Aufgabenblätter in dem Koffer enthalten sind. So gewinnen die LehrerInnen mehr Zeit für die Verwendung des Koffers ohne zusätzlich zum regulären Unterricht noch den Einsatz des Koffers vorbereiten zu müssen. Für den Biologieunterricht in Mineralogie gibt es bereits einen Arbeitskoffer namens „Geo-Lab“ erzählt Mag. Holemy. Mit diesem Koffer, der auch Anleitungen zur Durchführung von Experimenten enthält, können je zwei SchülerInnen arbeiten. Mittels dieses Lehrbehelfs können die SchülerInnen den Unterrichtsstoff besser verstehen und die Aufmerksamkeit für den Unterricht wird gefördert.

Neue Lehrmittel wären prinzipiell immer willkommen. Ob nun ein Hominidenevolutionskoffer bei den LehrerInnen besonderes Interesse wecken würde, können weder Prof. Hödl noch Prof. Salvini-Plawen mit Bestimmtheit sagen.

3.2. BiologielehrerInnenbefragung

Um ein genaueres Bild über den Hominidenevolutionsunterricht an österreichischen AHS zu bekommen, wurden LehrerInnen der Biologie und Umweltkunde interviewt. Inkludiert waren auch Fragen zum Gebrauch von Anschauungsmaterialien im Unterricht und die verwendeten Schulbücher.

3.2.1. Darstellung der Interviews

Insgesamt wurden für das problemzentrierte Interviewsechs BiologielehrerInnen aus Niederösterreich und Wien ausgewählt. Durch diese Vorgehensweise konnten die unten angeführten Schwerpunktgymnasien im Rahmen dieser Pilotstudie abgedeckt werden.

1. Prof. D.G. ist LehrerIn an einer allgemeinbildenden Schule mit den Schwerpunkten Sport, neuen Sprachen und Wirtschaft in Wiener Neustadt.
2. Prof. G.H. und Prof. B.R. unterrichten an einer allgemeinbildenden Schule mit den Schwerpunkten darstellende Geometrie und Naturwissenschaft in Wiener Neustadt.
3. Prof. A.O. ist LehrerIn an einer allgemeinbildenden Oberstufe mit instrumentalem, musikischem, naturwissenschaftlichem und sportlichem Schwerpunkt, ebenfalls in Wiener Neustadt.
4. Prof. C.S. unterrichtet an einem Oberstufengymnasium mit bildnerischem und musikischem Schwerpunkt in Wien.
5. Prof. N.S. ist LehrerIn an einem humanistischen Gymnasium in Wiener Neustadt.
6. Prof. R.S. unterrichtet an einem Gymnasium und Realgymnasium mit den Schwerpunkten Französisch und Wirtschaft in Wien.
7. Prof. R.S. ist LehrerIn an einem wirtschaftskundlichen Realgymnasium mit einer weiteren Schwerpunktsetzung in Französisch in Wiener Neustadt.

Im Nachfolgenden wurden bei der Schilderung der Antworten sich gleichende Aussagen der LehrerInnen zusammengefasst am Anfang jeder Frage dargestellt. Durch diese Vorgehensweise ist es möglich, dass nicht immer alle LehrerInnen bei jeder Antwort erwähnt werden, obwohl sie dennoch die Frage beantworteten. Falls von Seitens der BiologielehrerInnen auf die Frage hin nichts erwidert wurde, wird an der jeweiligen Stelle explizit darauf verwiesen.

Das problemzentrierte Interview umfasst die folgenden Fragen:

1. Frage:

Wie viele Unterrichtsstunden wenden Sie persönlich für den Themenbereich „Evolution“, speziell für die Hominidenevolution, auf?

Alle befragten LehrerInnen antworteten recht ähnlich auf diese Frage. Auf Grund des nur zwei Wochenstunden umfassenden Biologieunterrichts in der 12. Schulstufe kann die menschliche Evolution im Unterricht nur kurz, laut den Aussagen der Befragten, im Ausmaß von zwei bis sechs Unterrichtsstunden, behandelt werden. Prof. R.S. gab an, maximal drei bis vier Stunden Hominidenevolution im Biologieunterricht zu behandeln. Allerdings waren die SchülerInnen in den letzten Jahren nicht an diesem Thema interessiert, sodass es im Unterricht gänzlich ausgespart wurde. Prof. G.H. und B.R. wenden beide circa vier Stunden für die menschliche Evolution auf. Die restlichen LehrerInnen konnten keine genauen Angaben machen, in wie vielen Unterrichtsstunden sie Hominidenevolution behandelten. Das Interesse der SchülerInnen und die verbleibende Unterrichtszeit spielen für das Ausmaß der Behandlung dieses Themas eine entscheidende Rolle.

Es gibt unter den LehrerInnen aber auch Ausnahmen. Sie bringen die Evolution oder menschliche Evolution auf folgendem Wege vermehrt in den Unterricht ein:

Prof. D.G. befasst sich mit Hominidenevolution während des zwei Monate dauernden Sommersemesters der 12. Schulstufe. Um dies zu ermöglichen, widmet sich Prof. D.G. im Wintersemester den Themen Genetik und Medizin. So bleibt das Sommersemester der Hominidenevolution vorbehalten.

Prof. A.O. verlegt den Unterricht in Hominidenevolution in die 10. Schulstufe. Dadurch stehen ihr drei anstatt zwei Semesterwochenstunden Biologieunterricht zur Verfügung.

Allerdings kommt es auch vor, dass Hominidenevolution im Unterricht nahezu gänzlich ausgeklammert wird. Prof. C.S. unterrichtet Evolution fünf bis sechs Stunden im Schuljahr, wobei sie die menschliche Evolution fast gar nicht behandelt. Auch Prof. R.S. hat den Unterricht in Hominidenevolution in den letzten Jahren ausgespart, da die SchülerInnen an dieser Thematik wenig Interesse zeigten.

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, ist laut Lehrplan der 7. Schulstufe *Weiters die Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens, einschließlich des Menschen, zu behandeln* (BGBl.II Nr. 133/2000, Seite 1060).

Prof. R.S. wendet im Biologieunterricht der 3. Klasse einer AHS zwei Schulstunden für das Thema Evolution, wobei in diesem Rahmen ein Video über Dinosaurier gezeigt wird. Prof. N.S. kann die „Entwicklungsgeschichte der Lebewesen“ in der 7. Schulstufe nur streifen, da der Biologieunterricht an Prof. N.S. Schule auf Grund des Informatikunterrichts auf eine Stunde pro Woche gekürzt wurde.

Ähnlich verhält es sich an der Bildungseinrichtung, an der Prof. D.G. unterrichtet. Auch hier findet der Biologieunterricht in der 7. Schulstufe nur eine Stunde pro Woche statt. Prof. D.G. erläutert weiters, dass in dieser Schulstufe nur vier der sechs großen zu behandelnden Themen, bearbeitet werden können. Die SchülerInnen dürfen bei Prof. D.G. drei dieser Themen selber wählen, wobei sie im Unterricht gerne über Evolution lernen, besonderes Interesse zeigen sie hierbei für die Dinosaurier. Leider konnte Prof. D.G. keine zeitlichen Rahmen nennen, in dem Evolution in der Unterstufe behandelt wird. Prof. G. H. und B.R. spielen den SchülerInnen der 7. Schulstufe das Lied „Lucy in the Sky of diamonds“ von den Beatles, als Anspielung an den berühmten Fund eines *Australopithecus afarensis* (siehe Kapitel 1.2., Seite 7) vor. SchülerInnen in diesem Alter interessieren sich vor allem für die Fundgeschichte und das „Rundherum“ (Zitat Prof. G.H. und B.R.) der menschlichen Evolution. Auch diese beiden LehrerInnen unterrichten Biologie in der 7. Schulstufe nur eine Stunde pro Woche, mehr Zeit steht ihnen nicht zur Verfügung. Das Lehrbuch „Biologie und Umweltkunde 3“, welches die LehrerInnen für den Unterricht in der Unterstufe verwenden, beinhaltet lediglich einen Doppelseite über menschliche Evolution. Auch Prof. A.O. hat in der 3. Klasse der gymnasialen Unterstufe nur eine Stunde in der Woche für den Unterricht in Biologie Zeit. Die SchülerInnen von Prof. A.O. zeigen in dieser Schulstufe allerdings kein Interesse an menschlicher Evolution und können die Zusammenhänge (noch) nicht verstehen. Prof. C.S. und R.S. erwähnen auf diese Frage hin nichts über den Unterricht in Evolution der Unterstufe.

2. Frage:

Welche Themen werden in der 12. Schulstufe im Biologieunterricht behandelt?

Im Biologieunterricht der 12. Schulstufe liegt der Schwerpunkt auf Genetik schildern Prof. R.S., N.S. und D.G.. Die Themen Gehirn, Gesundheit, Nerven und Ökologie, werden außer in der Abschlussklasse auch in anderen Schuljahren behandelt erläutern Prof. N.S. und D.G. den Lehrplan in Biologie in der Oberstufe. Sie sind auf Grund dieser Situation der Meinung, dass diese Kapitel des Biologieunterrichts in der letzten Schulstufe nicht mehr detailliert behandelt werden müssen. So bleibt ihnen mehr Zeit, das Thema Genetik in der 12. Schulstufe zu behandeln, ein Thema, dass die SchülerInnen in diesem Alter, nach Aussagen Prof. R.S. und N.S. am meisten interessiert.

Das Themengebiet „Mensch und Gesundheit“ aus dem Lehrplan der 12. Schulstufe bietet einen Ansatz, der mit fast jedem Thema in Verbindung gebracht werden kann ist Prof. N.S. überzeugt. Sie legt im Unterricht der 12. Schulstufe den Schwerpunkt auf die Entwicklung der Extremitäten und des Gehirns bei Primaten. Darüber hinaus widmet Prof. N.S. im Unterricht auch den einzelnen Spezies der Hominiden mehr Zeit. Die anatomischen Veränderungen während der Menschwerdung, beispielsweise die Entwicklung der Bipedie, der opponierbare Daumen und die Veränderungen am Schädel, werden von Prof. D.G. eingehend im Unterricht behandelt. Prof. G.H. legt bei der Beschäftigung mit diesem Thema besonderen Wert auf die Sonderstellung des Menschen hinsichtlich seiner sprachlichen und kulturellen Evolution.

3. Frage:

Hätten Sie gerne mehr Zeit für die Behandlung der menschlichen Evolution in Ihrem Unterricht?

Die gemeinsame Antwort der Befragten lautet hier: "Ja". Die LehrerInnen hätten gerne die Möglichkeit, sich intensiver mit der menschlichen Evolution im Unterricht zu beschäftigen und den SchülerInnen mehr darüber beizubringen. Prof. G.H. und Prof. B.R. erläutern in diesem Zusammenhang die Aufteilung des Biologielehrstoffs in einen Kern- und Erweiterungsstoff. Der Erweiterungsstoff in Biologie kann nur behandelt werden, wenn die LehrerInnen in den eigenen Klassen Suppliertunden halten. Im Rahmen dieses Unterrichts gäbe es auch die Möglichkeit näher auf die menschliche Evolution einzugehen. Das Thema Evolution selbst gehört zum Kernstoff. Darüber hinaus können die LehrerInnen nach eigenem Ermessen bestimmte Themen intensiver behandeln oder nur kurz anschnitten, solange alle im Lehrplan vorgeschriebenen Inhalte in den Unterricht eingebracht werden.

Prof. G.H. und Prof. B.R. erstellen am Anfang des Schuljahres einen „Stundenplan“, indem aufgelistet ist, welches Themengebiet wann im laufenden Schuljahr behandelt werden sollte. So setzen sie selbst Schwerpunkte, die sich allerdings mit dem Lehrplan decken müssen.

4. Frage:

Haben Sie, wenn in der 11. Schulstufe kein Biologieunterricht stattfindet, überhaupt Zeit, in der 12. Schulstufe auf die menschliche Evolution einzugehen?

Auf diese Frage antworteten die ProfessorInnen mit: "Ja".

Die LehrerInnen sind in der Lage, die menschliche Evolution in der 12. Schulstufe zu behandeln, indem sie Themen der 11. Schulstufe, Ökologie und Verhaltenslehre, die bereits in früheren Schulstufen behandelt werden, in der Abschlussklasse nicht mehr aufarbeiten, erläutern Prof. N.S., A.O, G.H., B.R. und D.G. Für das Verständnis des zu lernenden Stoffes in der 12. Schulstufe ist der Unterrichtsstoff der 11. Schulstufe nicht relevant, da es nur eine „Vertiefung“ des bereits in den früheren Schulstufen behandelten Themen darstellt erklärt Prof. D.G..

5. Frage:

Gehen Sie im Rahmen der Wahlpflichtfachs Biologie näher auf das Thema „Evolution“ ein?

Grundsätzlich behandeln die LehrerInnen im Wahlpflichtfach ähnliche Themen wie im regulären Unterricht. Die SchülerInnen von Prof. C.S., N.S. und R.S. entscheiden selbst, mit welchen Themen sie sich im Wahlpflichtfach auseinandersetzen möchten. Die Interessen liegen vor allem bei den Gebieten Genetik, Krankheiten, Medizin und Verhaltenslehre. Die menschliche Evolution gehört nicht

zu den für die SchülerInnen interessanten Themen schildern Prof. C.S. und R.S. Dennoch könnten die LehrerInnen ohne größere Probleme zwischen diesem und den oben genannten Inhalten Querverbindungen herstellen erzählt Prof. N.S.

Im Rahmen des Wahlpflichtfaches haben die SchülerInnen auch kein Interesse am Besuch von Ausstellungen, die sich mit der Evolution beschäftigen, erzählt Prof. R.S.. Prof. B.R. machte dahingehend andere Erfahrungen. Von dem Besuch einer Sonderausstellung im Naturhistorischen Museum Wien zum Thema menschliche Evolution waren die SchülerInnen begeistert.

Manchmal werden im Wahlpflichtfach die Themen aus dem regulären Unterricht nicht vertieft. Bei Prof. A.O. stehen das praktische Arbeiten unter dem Mikroskop, beispielsweise mit Blut, sowie die Behandlung der Sinnesorgane im Vordergrund. Als Wahlpflichtfach unterrichtet Prof. D.G. „Gesundheitslehre“ und nicht Biologie und kann die Fragedaher nicht beantworten.

6. Frage:

Herrscht vermehrtes Interesse der SchülerInnen am Thema „menschliche Evolution“?

Bei dieser Frage sind die LehrerInnen in zwei Gruppen mit unterschiedlichen Meinungen zusammenzufassen.

Die Wiener LehrerInnen Prof. C.S. und Prof. R.S. machten die Erfahrung, dass SchülerInnen wenig bis kein Interesse für die menschliche Evolution zeigen. Prof. R.S. merkt an, dass die Aufmerksamkeit der MaturantInnen für dieses Thema schwer zu gewinnen ist, da für die Auseinandersetzung damit zu wenig Zeit zur Verfügung steht. Weiters konzentrieren sich die SchülerInnen vermehrt auf die kommende Matura und widmen sich weniger dem regulären Unterricht. Es können auf Grund der kurzen Zeit lediglich Querverbindungen zwischen Hominidenevolution und den jeweils behandelten Themen hergestellt werden, erläutert Prof. R.S. Außerdem sind die MaturantInnen mehr an Gesundheit, Medizin und Verhaltensforschung interessiert (interessanterweise alles Themen, zu denen unmittelbar ein Bezug zur Evolution des Menschen hergestellt werden kann).

LehrerInnen aus Wiener Neustadt machten die Erfahrung, dass sich GymnasiastInnen für Hominidenevolution begeistern. An Prof. N.S. Schule ist Hominidenevolution für die SchülerInnen mancher Jahrgänge das interessanteste Thema, wobei sie vor allem der ständige Wandel und die immer neuen Erkenntnisse in diesem Forschungsfeld begeistert. Prof. D.G. schildert, dass die sprachliche und kulturelle Evolution unserer eigenen Art auch Themen sind, die für SchülerInnen von Interesse sind, sowie die Rassenfrage und Rassenbildung. Die Wiener Neustädter LehrerInnen machten darüber hinaus die Erfahrung, dass SchülerInnen am Thema mehr interessiert sind wenn sie dieses selbstständig be- und erarbeiten können. Wenn sie ausschließlich frontal unterrichtet werden, hält sich das Interesse der GymnasiastInnen daran hingegen in Grenzen. Die SchülerInnen sollten

von sich aus Unterschiede und Zusammenhänge ergründen sind die LehrerInnen überzeugt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sollten anschließend im Unterricht anschaulich gemacht werden.

7. Frage:

In wie weit sind Sie persönlich an der menschlichen Evolution interessiert?

Auf diese Frage antworteten alle befragten LehrerInnen gleich: sie selbst interessieren sich für Hominidenevolution.

Prof. C.S. studierte selbst Paläontologie und widmet sich dem zufolge im Unterricht besonders der Evolution. Üblicherweise ist es aber nicht allen LehrerInnen möglich, ihre persönliche Interessen in den Schulunterricht mit ein zu bringen.

Die allen BiologielehrerInnen gemeinsame Ausbildung in menschlicher Evolution ist nicht ausreichend für eine adäquate Behandlung im Schulunterricht. Sie müssen während des Lehramtsstudiums keine verpflichtende Lehrveranstaltung zum Thema Hominidenevolution absolvieren. In der Vorlesung „Einführung in die Evolutionsbiologie“ von O. Univ. Prof. Dr. Paulus von der Universität Wien werden lediglich die allgemeinen Mechanismen der Evolution behandelt, erzählt Prof. N.S.

Für die befragten LehrerInnen, vor allem Prof. N.S., ist es wichtig die menschliche Evolution mit anderen Unterrichtsthemen zu vernetzen und den Unterricht themenübergreifend zu gestalten. Vor allem die Unterschiede zwischen dem modernen Menschen und anderen Primaten sind für LehrerInnen und SchülerInnen von Interesse erzählen Prof. R.S., D.G., G.H. und B.R.

8. Frage:

Welche Lehrmittel stehen Ihnen im Biologieunterricht zur Veranschaulichung des Themas „menschliche Evolution“ zur Verfügung?

An den Schulen aller befragten LehrerInnen gibt es ähnliche Präparate, die im Unterricht verwendet werden. Es handelt sich hauptsächlich um Schädelabgüsse verschiedener Australopithecinen, *Homo erectus* und *Homo sapiens* wie beispielsweise an der Schule an der Prof. R.S. unterrichtet. Auch Repliken von Menschenaffenschädeln sind in einigen Schulen als Unterrichtsmittel in Verwendung beispielsweise von einem Schimpansen und Orang-Utan an der Schule von Prof. G.H. und B.R. Sie werden in erster Linie für den Vergleich der unterschiedlichen Morphologie von Menschen und Menschenaffen und der Veranschaulichung der Sonderstellung des Menschen herangezogen erläutern Prof. D.G., G.H. und B.R. den Einsatz dieser Lehrmittel im Biologieunterricht. Leider sind die Abgüsse qualitativ meist nicht hochwertig, wovon wir uns selbst überzeugen konnten. Prof. N.S.

verwendet gelegentlich geologische Präparate wie Mineralien und paläontologische Funde, beispielsweise Ammoniten, im Unterricht.

Die Wiener Neustädter LehrerInnen machten die Erfahrung, dass SchülerInnen gerne mit Anschauungsmaterialien arbeiten. Die Beschäftigung damit lockert den Unterricht auf. Die Unterrichtsbehelfe befähigen die SchülerInnen, Verbindungen zwischen der Vergangenheit und der Gegenwart zu erkennen. Andere von den LehrerInnen verwendete Anschauungsmaterialien sind Foto – und Videodokumente. Die DVD „Der lange Weg des Menschen“, ein Film über Australopithecinen, sowie die Universumdokumentation „Menschwerdung“ zeigen die LehrerInnen im Unterricht gerne. Sie sind überzeugt, dass Aufgabenblätter zu den Filmen die Aufmerksamkeit und Mitarbeit der SchülerInnen am Unterricht fördern. Die Arbeitsblätter zur Hominidenevolution sollten Fundorte und Kriterien zur Einteilung der Fossilien beinhalten. Die Herausarbeitung der für die einzelnen Arten typischen Merkmale sollte dadurch gefördert werden. Weiters verwenden die SchülerInnen von Prof. D.G. und Prof. G.H. im Unterricht Abbildungen aus der Zeitschrift „Geo Wissen - Die Evolution des Menschen“. Die im Unterricht verwendeten Abbildungen und Schädelabgüssen sollten vom selben Taxon sein. Eine Anleitung für SchülerInnen, wie Abgüsse hergestellt werden, fände Prof. A.O. interessant.

9. Frage:

Hätten Sie Interesse an neuen Unterrichtsmaterialien im Bereich der Hominidenevolution?

Wie werden neue Unterrichtsmaterialien finanziert?

Die Wiener Neustädter LehrerInnen würden neue Lehrmittel begrüßen. Prof. N.S. ist der Meinung, dass es nie genug Unterrichtsbehelfe geben kann, die der Eintönigkeit des Unterrichts entgegen wirken. Arbeitsblätter zur menschlichen Evolution fänden die LehrerInnen Prof. D.G. und N.S. ebenfalls nützlich. So können sich SchülerInnen mit dem Thema selbstständig auseinander setzen und den Stoff besser begreifen. Anschauungsmaterialien in Verbindung mit Aufgabenblättern wären noch nützlicher und würden die Aufmerksamkeit und Mitarbeit der SchülerInnen am Unterricht verbessern. Sie wären so in der Lage, Querverbindungen herstellen und selbstständig Lösungen erarbeiten. Einen Film, der bereits von den ProfessorInnen N.S., G.H. und B.R. im Unterricht verwendet wird, wäre für die Vermittlung des Unterrichtsstoffes hilfreich sind die interviewten LehrerInnen überzeugt. DVDs oder Videos, die sich mit Fundorten und Kriterien zur Einteilung der Fossilien beschäftigen, wären für Prof. A.O. von großem Interesse.

Die Finanzierung neuer Unterrichtsmittel erfolgt auf verschiedenen Wegen. An den meisten Schulen entscheiden der zuständige Kustos oder die LehrerInnen selbst über den Ankauf neuer Anschauungsmaterialien erzählen Prof. D.G., G.H., B.R. und A.O. Es gibt keine Vorgaben seitens der Schule oder des Ministeriums über welche Lehrmittel eine Schule verfügen muss (Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, 2008b). Allerdings besitzt jede Schule Anschauungsmaterial zum Thema „Auge“, „Ohr“ und ähnlichen anatomischen Themen erzählt Prof. D.G. Weiters verfügt jede

Schule über ein bestimmtes Budget, das nach eigenem Ermessen verwaltet wird erklären Prof. N.S., D.G., A.O. und C.S. Das Geld wird unter den verschiedenen Unterrichtsgegenständen aufgeteilt erzählt Prof. N.S.

Eine andere Art um Geld für Lehrmittel anzusuchen ist die Antragstellung beim Schulgemeinschaftsausschuss fährt Prof. D.G. fort. Dieser verwaltet den „Schultopf“. Weiters können die LehrerInnen beim Elternverein um Geld ansuchen, wie an der Schule von Prof. D.G.. Sofern biologische Übungen angeboten werden, wie an der Schule von Prof. G.H. und B.R., sammeln die LehrerInnen von den teilnehmenden SchülerInnen am Anfang des Schuljahres einen bestimmten Betrag ein, dass sogenannte „Laborgeld“. Dieses wird anschließend für die Ausgaben in den Übungen verwendet.

Für die Wiener LehrerInnen ist es schwierig, Geld für neue Unterrichtsbehelfe zu beschaffen. Da das Budget der einzelnen Schulen stark limitiert ist, wird für ein Thema, welches im Biologieunterricht nur gestreift wird, seitens der Schulleitung wenig Geld zur Verfügung gestellt erläutert Prof. C.S.. Die LehrerInnen sind auf Grund der fehlenden Unterstützung seitens der Schulverwaltung nicht an neuen Unterrichtsmitteln interessiert. Die Wiener LehrerInnen haben darüber hinaus den Eindruck, dass SchülerInnen an Hand von Abgüssen kaum in der Lage wären, die Unterschiede zwischen den einzelnen menschlichen Spezies zu entdecken. Sie teilen auch nicht die Ansicht der Wiener Neustädter LehrerInnen, dass SchülerInnen an Hand „begreifbarer“ Lehrmittel leichter lernen beziehungsweise sich den zu lernenden Stoff besser merken würden.

10. Frage:

Welche Schulbücher verwenden Sie an Ihrer Schule für den Biologieunterricht?

In den Schulen der interviewten BiologielehrerInnen sind vier unterschiedliche Schulbücher in Gebrauch: „bio@school 8“, „Hofer-Biologie 8“, „Linder-Biologie 3“, und „Über die Natur 3“. Das am häufigsten verwendete Lehrbuch ist „Linder-Biologie 3“, drei der befragten LehrerInnen benutzen es im Unterricht. Je zwei der befragten LehrerInnen gebrauchen „bio@school 8“ und „Hofer-Biologie 8“ in der Schule. „Über die Natur 3“ wird nur an einer der befragten Schulen verwendet. Das es sieben befragte LehrerInnen gibt, aber acht Angaben zu den Schulbüchern lässt sich damit erklären, dass eine/r der befragten LehrerInnen an zwei Schulen unterrichtet und so zwei unterschiedliche Schulbücher verwendet.

Das Lehrbuch „Linder-Biologie 3“ war viele Jahre DAS Biologieschulbuch, ist aber nach Meinung aller befragten LehrerInnen für SchülerInnen zu ausführlich und zu kompliziert verfasst. Deswegen wird Prof. D.G. dieses Schulbuch in den nächsten Jahren durch ein anderes Biologieschulbuch, wie beispielsweise „Hofer-Biologie 8“, ersetzen.

11. Frage:

Wie ausführlich wird die menschliche Evolution in dem von Ihnen verwendeten Schulbuch behandelt?

In den einzelnen Schulbüchern wird die Evolution in unterschiedlichem Umfang abgehandelt. Im Schulbuch „Hofer-Biologie 8“ wird das Thema Evolution auf 48 Seiten behandelt, 15 Seiten davon beschreiben die menschliche Evolution. In „Linder-Biologie 3“ sind 74 Seiten über die Evolution, 15 Seiten davon über die Hominidenevolution. „Über die Natur 3“ widmet 26 Seiten der allgemeinen und 14 Seiten der menschlichen Evolution. „bio@school 8“ beschäftigt sich auf 42 Seiten mit Evolution, sieben Seiten davon mit Hominidenevolution.

Prinzipiell sind die vier von den LehrerInnen verwendeten Biologieschulbücher ähnlich aufgebaut. Mit dem Thema „Evolution“ schließen die Schulbücher. Eine Ausnahme bildet das Schulbuch „Linder-Biologie 3“, indem die Evolution als zweites Kapitel von vier behandelt wird.

Im Nachfolgenden wird der Inhalt aller vier von den BiologielehrerInnen verwendeten Bücher zusammengefasst.

Der erste Abschnitt dieser Schulbücher ist jeweils einem eher technischen Ansatz gewidmet, der systematische Einordnung des Menschen und seiner biologischen Verwandtschaft. Vor allem die Unterordnungen der Primaten, „Halbaffen“ und „höhere/echte Affen“, werden erklärt, sowie die Unterteilung der echten Affen in die beiden Teilordnungen „Altweltaffen“ und „Neuweltaffen“ (Ausnahme: „bio@school 8“). In „Linder-Biologie 3“ sind darüber hinaus in diesem Zusammenhang die Zahnformeln der Alt- und Neuweltaffen abgebildet. Die Bezeichnungen „Schmalnasenaffen“ für die Altweltaffen und „Breitnasenaffen“ für die Neuweltaffen sowie der für die Neuweltaffen typische Greifschwanz sind in diesem Schulbuch beschrieben.

Der Begriff „Hominide“ wird in „bio@school 8“ nicht erwähnt. Die Autoren begründen dies damit, dass dieser Begriff noch nicht genau definiert ist. In „Linder-Biologie 3“ und „Über die Natur 3“ werden die Menschenaffen und Mensch mit dem Begriff *Hominoidae* bezeichnet. In „Über die Natur 3“ schließt an dieser Stelle die Gliederung der großen Menschenaffen und den Mensch in die Untergruppe der *Hominidae* an. Der Orang Utan wird in diesem Zusammenhang nicht behandelt. „Hofer-Biologie 8“ definiert die Menschenaffen und Menschen als *Hominidae*, wobei für die gemeinsame Gruppe der Australopithecinen und Menschen der Terminus *Homininae* verwendet wird. In den Büchern „bio@school 8“ und „Über die Natur 3“ ist zusätzlich über die zeitliche Auftrennung der verschiedenen Spezies der Primaten nachzulesen. Anatomischen Merkmale der Menschenaffen und ihre heutigen Lebensräume werden ergänzend in „Linder-Biologie 3“ beschrieben. Der Bonobo wird in diesem Buch als Unterart der Schimpansen oder als eigene Spezies zu den großen Menschenaffen gezählt.

Die enge genetische Verwandtschaft des Schimpansen mit dem modernen Menschen (über 98% der beiden Erbgüter sind ident) wird in allen Schulbüchern, außer in „Über die Natur 3“, thematisiert.

„Hofer-Biologie 8“ und „Linder-Biologie 3“ gehen an dieser Stelle auf die unterschiedlichen Chromosomenanzahlen von Mensch und Menschenaffen (der Mensch besitzt 46, Menschenaffen 48 Chromosomen) ein. Methoden die nahe Verwandtschaft zwischen den Hominiden zu untersuchen werden bei „Hofer-Biologie 8“ erwähnt: Körperbauvergleich, Verhaltensvergleiche, serologische Vergleiche des Blutes und Vergleiche der Basensequenzen der DNA.

Im zweiten Kapitel über die Evolution in den Schulbüchern werden die gemeinsamen *anatomischen Merkmale der Primaten* beschrieben. In „Hofer-Biologie 8“ werden eingangs die typischen Merkmale des *Homo sapiens* aufgelistet. Das Buch „bio@school 8“ beschäftigt sich darüber hinaus mit der Entwicklung der für die Primaten typischen anatomischen Charakteristika als Konsequenz an die Anpassung an das Leben in den Bäumen. Folgende morphologische Adaptationen werden in den Schulbüchern aufgelistet:

- a. Farb- und räumliches Sehen (Augen frontal) → Vorteil bei Nahrungsbeschaffung in den Bäumen
- b. Fingernägel statt Krallen
- c. Entwicklung der Greifhand mit einem opponierbaren Daumen, Greiffähigkeit der Füße
- d. Umwandlung der Zähne (Schneidezähne, Backenzähne mit Kaufläche), Reduktion der Anzahl der Zähne
- e. Vergrößerung des Gehirns
- f. Gut entwickelter Gesichtssinn, schlechterer Geruchssinn
- g. Kurze Schnauze
- h. Körperschwerpunkt nahe der Hinterbeine
- i. Lange Tragezeit, wenige Junge
- j. Bildung großer Familienverbände

In „Linder-Biologie 3“ wird die unterschiedliche Morphologie der großen Menschenaffen beschrieben. Beispielsweise besitzt der Orang Utan einen zusätzlichen Handwurzelknochen, der bei den afrikanischen Menschenaffen und dem Menschen embryonal mit einem anderen Handwurzelknochen verschmilzt. Die Abzweigung der Halsschlagadern von der Aorta ist ein weiteres Unterscheidungsmerkmal von Orang Utan und den afrikanischen großen Menschenaffen. Im Gegensatz zu allen anderen Primaten verwächst bei Menschen und Schimpansen der Zwischenkieferknochen mit dem Oberkieferknochen.

Anschließend werden in den Schulbüchern, mit Ausnahme von „bio@school 8“, die für den Menschen typischen, morphologischen Merkmale aufgelistet.

Folgende Eigenschaften werden in jedem Schulbuch als charakteristisch für den Menschenangeführt.

i. Veränderungen des Skeletts

- a. aufrechter Gang
- b. doppelt s-förmig gekrümmte Wirbelsäule
- c. Breiter Brustkorb
- d. Umbau des Fußes (Fußwurzel- und Mittelfußknochen bilden ein Gewölbe)
- e. Hinterextremitäten länger als Vorderextremitäten
- f. Winkel des Oberschenkels zum Becken
- g. Verbreiterung des Beckens
- h. parallele Stellung der Beine
- i. Durchstrecken der Knie möglich
- j. Kleinerer Oberschenkelkopf
- k. Entwicklung einer Greifhand → kulturelle Evolution, Präzisions- beziehungsweise Pinzettengriff, vergrößerter Daumen

ii. Veränderungen in der Bezahnung

- a. parabolische Form des Zahnbogens
- b. Wölbung des Gaumens
- c. Beweglichkeit der Lippen und Zunge → Sprachbildung
- d. Verwachsung des Oberkiefer- mit dem Zwischenkieferknochen
- e. wenig differenziertes Gebiss
- f. kleine Eckzähne, keine Lücke vor dem Eckzahn

iii. weitere Veränderungen

- a. fehlende Schnauze
- b. Vergrößerung des Gehirnschädels ($1400 - 1500 \text{ cm}^3$) → größer als Gesichtsschädel
- c. Sprache → Herstellung von Werkzeugen → Bildung komplexer sozialer Bindungen.
- d. verlängerte Jugend- und Altersphase, Individualentwicklung

In „Linder-Biologie 3“ werden über dies hinaus noch die geschlechtstypische Morphologie am Becken beschrieben und das dem Menschen fehlende Haarkleid erwähnt. Als einziges Schulbuch wird in „Linder-Biologie 3“ auch auf die Nachteile der bipeden Fortbewegung, nämlich die dadurch verursachten Beschwerden, Bezug genommen.

- a. Krampfadern
- b. Senk- bzw. Plattfüße
- c. höheres Risiko von Unterleibsbrüchen

Im dritten und, in „Linder-Biologie 3“ und „Hofer-Biologie 8“, letzten Teil wird die *Stammesgeschichte des Menschen* (Zitat „Linder-Biologie 3“) behandelt. Zu Beginn werden in „Linder-Biologie 3“ die Methoden zur Erforschung der Evolution des modernen Menschen beschrieben: Fossilfunde, DNA-Analysen und datierbare Artefakte. In „Hofer-Biologie 8“ wird auf die Klimaänderung nach der Kreidezeit ab 65 Millionen Jahren Bezug genommen. „Über die Natur 3“ geht auf die Entwicklung der ersten Primaten aus kleinen Säugetieren, die dem heutigen Spitzhörnchen ähnelten, vor ungefähr sechzig Millionen Jahre im westlichen Nordafrika ein. In „bio@school 8“ wird der Beginn der Evolution der Primaten vor achtzig Millionen Jahren beschrieben.

Als erster *Hominoidae* wird in „Hofer-Biologie 8“ *Pliopithecus*, ein zwanzig Millionen Jahre alter, höherer Primat, beschrieben. Sein Name bedeutet „mehr (*pleion*) Affe (*pithecus*)“. Der österreichische Fund aus Neudorf an der March wird in diesem Zusammenhang erwähnt. In „Linder-Biologie 3“ werden als erste Gattungen der *Hominoidae* *Aegyptopithecus* und *Proconsul* beschrieben. *Dryopithecus* ist ein weiterer früher *Hominoidae*, der in „Über die Natur 3“ erwähnt wird. Aus diesem Primaten entwickelte sich nach seiner Einwanderung in Europa und Asien eine Formenvielfalt an Menschenaffen. Die Bezeichnung „frühe Dryopithecinen“ für die miozänen Menschenaffen findet sich in „Linder-Biologie 3“. In „Hofer-Biologie 8“ ist nachzulesen, dass *Dryopithecus* der letzte gemeinsame Vorfahre der afrikanischen Menschenaffen und des Menschen ist. Ergänzend wird in „Linder-Biologie 3“ noch *Griphopithecus* aufgelistet, der älteste europäischen *Hominoidae* mit einem Alter von 17 Millionen Jahren. Den Abschluss der Auflistung der miozänen *Hominoidae* bildet in den Schulbüchern „Über die Natur 3“ und „Linder – Biologie 3“ *Sivapithecus*, einen vermutlicher Vorfahre des heutigen Orang Utan.

Die in den letzten Jahren neu entdeckten, zwischen sieben und vier Millionen Jahre alten Hominiden werden in den verschiedenen Biologieschulbüchern schon erwähnt und an unterschiedlichen Stellen in den menschlichen Stammbaum eingegliedert.

Sahelanthropus tchadensis, ein sechs bis sieben Millionen Jahre alter Fund aus dem Tschad, und *Orrorin tugenensis*, ein etwa gleich alter Fund aus Kenia, werden in „Linder-Biologie 3“ nicht zu den Vorfahren des Menschen gezählt. Bei „Hofer-Biologie 8“ und „bio@school 8“ hingegen wird *Sahelanthropus tchadensis* zu den ältesten hominiden bipeden Spezies gestellt. In „Über die Natur 3“ wird *Ardipithecus ramidus*, ein circa viereinhalb Millionen Jahre alter Skelettfund aus Äthiopien, als der früheste aufrecht gehende Hominide beschrieben. Die Autoren der beiden Schulbücher „Hofer-Biologie 8“ und „Über die Natur 3“ erwähnen darüber hinaus, dass die Fossilien von *Sahelanthropus* und *Orrorin* nicht entlang des afrikanischen Grabenbruchs gefunden wurden. In „bio@school 8“ wird auf die mehrmalige, voneinander unabhängige Entwicklung der Bipedie bei den verschiedenen hominiden Spezies hingewiesen.

„bio@school 8“ und „Linder-Biologie 3“ bezeichnen die Klimaänderung als den für die Hominisation entscheidenden Faktor. In „bio@school 8“ wird diese These detaillierter beschrieben. Vor sieben bis fünf Millionen Jahren wurde es auf Grund einer Klimaänderung kühler und trockener. In „Linder-

Biologie 3“ werden die dadurch induzierten Veränderungen der Landschaft angeführt, an die sich die *Hominoiden* im Laufe der Evolution anpassten. Die Autoren von „Linder-Biologie 3“ sehen in den entstandenen anatomischen Veränderungen die Konsequenz der Klimaänderung: aufrechte Körperhaltung, Freiwerden der Hände, Werkzeuggebrauch, Rück- und Umbildung des Schädels und des Kauapparates und eine mehr auf Fleisch als auf Pflanzen ausgerichtete Ernährung.

In „Über die Natur 3“ wird die Entstehung des ostafrikanischen Grabenbruchs vor 15 Millionen Jahren erwähnt. In „bio@school 8“ wird in diesem Zusammenhang des Weiteren auf die Entstehung der Vormenschen entlang des ostafrikanischen Grabenbruchs verwiesen. In diesem Gebiet gab es viele Seen und Flüsse, die die Hominiden als wichtige Wanderoute nutzen konnten. Im gleichen Zusammenhang wird auf die Hypothese, dass die Entstehung des aufrechten Ganges durch das Waten im Wasser zu Zwecken der Nahrungssuche begünstigt wurde, erwähnt. Dennoch hielten sich die Vormenschen aber in den noch verbliebenen Wäldern und Waldrändern auf, wie es in „Linder-Biologie 3“ nachzulesen ist.

Die Aufspaltung der Menschenaffen von den Menschen fand vor fünf bis sechs Millionen Jahren statt. Bei „Linder-Biologie 3“ ist nachzulesen, dass die Entwicklung des modernen Menschen Millionen von Jahre dauerte. Die Einteilung der hominiden Spezies in den Stammbaum ist problematisch, da es keine klaren Grenzen zwischen Affe und Mensch gibt. Der Werkzeuggebrauch wird als typisches Merkmal der Hominiden angeführt.

Den Anfang des menschlichen Stammbaums machen in den Schulbüchern die *Australopithecinen*. Sie entwickelten sich ab fünf Millionen Jahren vor heute in Ost- und Südafrika. In „Über die Natur 3“ wird *Australopithecus anamensis* als ältester *Australopithecine* beschrieben. Danach folgt in den Büchern *Australopithecus afarensis*. „Lucy“, das berühmte Skelett eines *Australopithecus afarensis*, wird in allen Büchern erwähnt. Auch die als Beleg für die Bipedie wo wichtigen Fußspuren von Laetoli sind in diesem Zusammenhang zu finden mit Ausnahme von „bio@school 8“. In „Hofer-Biologie 8“ wird darüber hinaus auf den neuesten Fund eines *Australopithecus afarensis* verwiesen. Es handelt sich um ein zu nahezu fünfzig Prozent erhaltenes Skelett eines dreijährigen Mädchens, das in Äthiopien gefunden wurde.

Aus Ostafrika ist neben *Australopithecus anamensis* und *Australopithecus afarensis* noch *Australopithecus boisei* bekannt. In Südafrika waren *Australopithecus africanus* und *Australopithecus robustus* beheimatet und aus dem Tschad ist die Spezies *Australopithecus bahrelghazali* bekannt. *Australopithecus africanus* war der erste aller *Australopithecinen*, der jemals gefunden wurde. Raymond Dart entdeckte Fossilien dieser Spezies 1924 in Südafrika und taufte sie auf den Namen *Australopithecus africanus*. Der Name dieser Spezies bedeutet „Südafre“ (*australis* südlich und *pithecus* Affe), wird in den Büchern „Hofer-Biologie 8“ und „Linder-Biologie 3“ erläutert.

Die Autoren von „Hofer-Biologie 8“ und „Linder-Biologie 3“ teilen *Australopithecus boisei* und *Australopithecus robustus* einer separaten Gattung, *Paranthropus* zu. In „Über die Natur 3“ wird die

Abspaltung dieser Gruppe vor zwei Millionen Jahren von den grazilen Australopithecinen erwähnt und die Angehörigen der Gattung *Paranthropus* als robuste Australopithecinen bezeichnet. Die einzelnen Spezies bleiben namentlich unerwähnt. Alle anderen Australopithecinen werden in den Schulbüchern als grazile Australopithecinen bezeichnet, aus denen sich wahrscheinlich die Gattung *Homo* entwickelte. In „Linder-Biologie 3“ werden die jüngeren Australopithecinen in den Seitenast des menschlichen Stammbaums gestellt. In „bio@school 8“ ist die systematische Unterteilung der Australopithecinen nicht zu finden. *Kenyanthropus platyops*, ein weiterer Hominide aus Ostafrika, wird bei „Linder-Biologie 3“ und „Über die Natur 3“ in der Gruppe der grazilen Australopithecinen gestellt.

Die AutorInnen von „bio@school 8“ nehmen an, dass die Australopithecinen unter den damals gejagten Spezies waren, da sie sich langsam fortbewegten und kein Raubtiergebiss besaßen.

Die Entstehung der Gattung *Homo* in Afrika wird in allen Schulbüchern, mit Ausnahme von „Über die Natur 3“, mit dem sich vor zwei Millionen Jahren ändernden Klima in Zusammenhang gebracht. Die bis dahin lebenden Australopithecinen waren gezwungen, sich den neuen Bedingungen anzupassen und entwickelten spezielle anatomische Adaptationen. Die Umstellung von rein pflanzlicher auf größtenteils fleischige Nahrung und die, für die AutorInnen von „Linder-Biologie 3“ dadurch, verkleinerten Backenzähne, die Vergrößerung des Gehirns, die stärkere Muskulatur werden in „bio@school 8“ als entscheidende Neuerungen angegeben. Die Fortbewegung im Wasser um Nahrung zu suchen könnte entscheidend zur Entwicklung der Bipedie beigetragen haben ist in „bio@school 8“ nachzulesen. In „Hofer-Biologie 8“ wird die Parallelexistenz von *A. africanus*, *A. robustus* und *H. habilis* thematisiert.

Die erste in den Schulbüchern beschriebene Spezies der Gattung *Homo* ist *Homo habilis*. Die Bedeutung des lateinischen Wortes *habilis*-„geschickt“ wird in „Hofer-Biologie 8“ und „Linder-Biologie 3“ erläutert. *Homo habilis* ist der älteste Vertreter der Gattung *Homo* mit einem Alter von über zwei Millionen Jahren. Bei „Linder-Biologie 3“ wird *Homo habilis* in eine Gruppe mit *Homo rudolfensis* gestellt. Gemeinsam mit Fossilien dieser beiden Vertreter der Gattung *Homo* wurden Werkzeuge entdeckt. Welcher dieser beiden frühen Hominiden damit arbeitete, darüber sind die Schulbücher unterschiedlicher Auffassung. *Homo rudolfensis* ist einer der beiden Hominiden, die auch in „bio@school 8“ beschrieben werden. In „Hofer- Biologie 8“ dagegen ist über diesen Hominiden nichts zu finden. In „Linder- Biologie 3“ und „bio@school 8“ wird die Definition des Namens *Homo rudolfensis* erläutert. Der Name bedeutet „Mensch vom Rudolfsee“. Diese Bezeichnung geht auf die erste Fundstelle dieser Spezies zurück. Beide Spezies, *Homo habilis* und *Homo rudolfensis*, besaßen bereits ein größeres Gehirn als die Australopithecinen worauf in „Linder-Biologie 8“ verwiesen wird.

Der nächste in den Schulbüchern beschriebenen Hominide ist *Homo ergaster*. Diese Spezies wird in jedem Schulbuch mit Ausnahme „bio@school 8“ erwähnt. *Ergaster* bedeutet laut „Hofer- Biologie 8“ „der Arbeitende“ (der Handwerker). „Hofer-Biologie 8“ und „Linder-Biologie 3“ erwähnen sein im Vergleich mit *Homo habilis* bereits vergrößertes Gehirn. Das bekannteste Skelett dieser Spezies, „Turkana-Boy“ genannt, ist das eines etwa 12jährigen Buben mit einem Alter von 1,6 Millionen Jahren.

In „Linder-Biologie 3“ und „Über die Natur 3“ wird die mögliche, direkte Verwandtschaft von *Homo ergaster* und *Homo erectus* erwähnt. Die Übersetzung des Namens *erectus*-„aufgerichtet“ wird in allen Büchern bis auf „Über die Natur 3“ notiert. Die Anatomie von *Homo erectus* wird in „Linder-Biologie 3“ und „Über die Natur 3“ beschrieben. *Homo erectus* war der erste Vertreter der Gattung *Homo* der vor weniger als zwei Millionen Jahren den afrikanischen Kontinent verließ. „Linder-Biologie 3“ erwähnt die berühmten *Homo erectus* Funde aus Dmanisi, Georgien, welche zwischen 1.7 und 1.8 Millionen Jahre alt sind. Auch die Funde auf Java mit einem Alter von 800 000 Jahren, den Pekingmensch mit 450 000 Jahren und sogar *Homo floresiensis*, ein relativ neuer Fund, mit einem Alter von 200 000 Jahren werden in diesem Zusammenhang erwähnt. Alle Bücher beschreiben, dass *Homo erectus* bereits auf die Jagd ging. Er benutzte dafür Speere ist in „Linder-Biologie 3“ nachzulesen. Die anderen Bücher definieren ihn als Erfinder des Faustkeils. *Homo erectus* gebrauchte bereits Feuer wie in allen Büchern nachzulesen ist „Über die Natur 3“ thematisiert weiters noch einen etwaigen Kannibalismus bei *Homo erectus*.

Die *Homo erectus* Funde aus Deutschland werden von allen Büchern bis auf „bio@school 8“ als *Homo heidelbergensis* bezeichnet. „Linder-Biologie 3“ verweist auf weitere Funde aus Europa in Frankreich, Griechenland, Spanien und Ungarn. Diese europäischen Formen von *Homo erectus* werden in „Hofer-Biologie 8“ als *Homo antecessor*, mit einem Alter von 800 000 Jahren, bezeichnet. „Hofer-Biologie 8“ und „Über die Natur 3“ sehen *Homo erectus* hingegen als letzten gemeinsamen Vorfahren von *Homo neanderthalensis* und *Homo sapiens*. Laut „Linder-Biologie 3“ entwickelten sich aus *Homo erectus* die Vorfahren des Neandertalers. Vor 2 Millionen Jahren gab es drei gleichzeitig lebende Menschenarten: *Homo ergaster*, *Homo habilis* und *Homo rudolfensis* wird in „bio@school 8“ beschrieben.

Homo neanderthalensis wird in allen Büchern erwähnt. In den Schulbüchern ist nachzulesen, dass der Neandertaler vor 250 000 bis ungefähr 27 000 Jahren lebte („Linder-Biologie 3“: 150 000 bis 30 000 Jahre). Seine anatomischen Merkmale, beispielsweise das etwas größere Gehirn im Vergleich zum modernen Menschen, werden in allen Büchern bis auf „bio@school 8“ beschrieben. In „Hofer-Biologie 8“ und „Linder-Biologie 3“ wird seine Erstentdeckung 1856 im Neandertal in Deutschland erwähnt. „Über die Natur 3“ beschreibt auch ein im Irak gefundenes Grab eines Neandertalers und in „Hofer-Biologie 8“ ist von einem Totenkult bei den Neandertalern die Rede. Die Jagdgewohnheiten des Neandertalers werden sowohl in „Hofer-Biologie 8“ als auch in „Über die Natur 3“ beschrieben und in „Linder-Biologie 3“ wird auf die dem Neandertaler eigene Kultur, das Moustérien, verwiesen. In „Linder-Biologie 3“ werden auch Theorien über das Verschwinden der Neandertaler aufgelistet. Über eine eventuelle Vermischung von *Homo neanderthalensis* und *Homo sapiens* wird in den Schulbüchern „Hofer-Biologie 8“ und „Linder-Biologie 3“ spekuliert. In „Über die Natur 3“ ist weiters nachzulesen, dass *Homo sapiens* den Neandertaler zur Gänze verdrängte.

Die letzte in den Schulbüchern beschriebene Spezies ist *Homo sapiens* (mit Ausnahme von „bio@school 8“). Er entwickelte sich vor 200 000 Jahren in Ostafrika, laut „Linder-Biologie 3“ vor 150 000 Jahren. Vor 100 000 Jahren begann er die restliche Welt zu erobern. In „Hofer-Biologie 8“ wird die in mehreren Wellen erfolgte Ausbreitung von *Homo sapiens* nach Asien über Europa bis nach

Australien, sowie die über Asien erfolgte Kolonisation von Australien und Amerika beschrieben. Die Steinwerkzeuge des modernen Menschen in Europa werden in „Linder-Biologie 3“ als zur Kultur des Aurignaciens zugehörig bezeichnet. Wichtige Artefaktfunde, wie die Venus von Willendorf, werden in diesem Buch ebenfalls beschrieben. Auf die für *Homo sapiens* besonderen geistigen Errungenschaften, beispielsweise die Herstellung von Kunstwerken und Höhlenmalereien, wird in „Hofer-Biologie 8“ und „Über die Natur 3“ eingegangen. In „Hofer-Biologie 8“ ist nachzulesen, dass alle heute lebenden Menschen von einer afrikanischen Urmutter abstammen (Eva-Theorie). Abschließend werden in „Hofer-Biologie 8“ noch Europas sieben Stammütter erwähnt. Dieser Hypothese zur Folge stammen alle heute lebenden Europäer von einer von sieben Frauen ab. „bio@school 8“ und „Über die Natur 3“ beschreiben ganz zum Schluss des Kapitels über die menschliche Evolution noch mögliche Gründe für die Entstehung des *Homo sapiens*.

In „bio@school 8“ und „Über die Natur 3“ werden die „Out of Africa“-Theorie und die „Multiregionale“-oder „Kandelaber“-Hypothese erwähnt. Mit Hilfe einer Karte wird in „bio@school 8“ das „Out of Africa“-Modell veranschaulicht. Laut „Über die Natur 3“ gilt diese Theorie auf Grund genetischer Beweise als bewiesen.

Abschließend sind in „bio@school 8“ die Schlüsselereignisse der menschlichen Evolution zusammengefasst. Die Problematiken bei der Rekonstruktion der menschlichen Wurzeln werden erwähnt: wenige Fundstellen, seltene Funde, systematische Einordnung, Altersbestimmung und Rekonstruktion der Umwelt, Rekonstruktion des Aussehens der Vormenschen. Auf der letzten Seite des Kapitels „menschliche Evolution“ ist in „bio@school 8“ eine Liste abgebildet, in der die wichtigsten Daten zu allen beschriebenen Vormenschenarten aufgezählt werden: Zeitraum der Existenz, Hirnvolumen, Körperhöhe, Körpergewicht, Lebensraum, Nahrung und eventuelle Besonderheiten.

In „Über die Natur 3“ wird zum Schluss speziell die Entstehung des aufrechten Ganges behandelt. Es existieren vier verschiedene Hypothesen: Jäger-Hypothese (bessere Ausdauer, geringerer Energieaufwand, freie Hände), die Sammler-Hypothese (Sammeln pflanzlicher Nahrung, Verwendung von Holzwerkzeugen, Tragen der Kinder), die Ernährer-Hypothese (Tragen von Gegenständen) und die Verteilungs-Hypothese (Nahrungsquellen weit entfernt, weniger Energieverbrauch). „Über die Natur 3“ zu Folge, stellt die Entwicklung der Bipedie wahrscheinlich das Resultat einer Anpassung an einen neuen Lebensraum dar. „Über die Natur 3“ beschreibt auch die Umstellung von rein pflanzlicher auf fast ausschließlich fleischige Kost im Laufe der menschlichen Evolution. Diese Veränderung wurde durch die Verwendung von Steinwerkzeugen gefördert. Die technischen und organisatorischen Anforderungen trieben die Hominidenevolution voran. „Über die Natur 3“ erläutert die Hypothese, dass frühe Menschen über Kadaver stolperten und diese Nahrung ausprobierten. Sie blieben bei dieser neuen Kost und standen dadurch mit anderen Aasfressern in Konkurrenz. Des Weiteren wird in „Über die Natur 3“ die Schuld am Aussterben der Säbelzahnkatzen dem modernen Menschen zugeschrieben. In „Über die Natur 3“ wird auch versucht, die Entstehung der Sprache zu rekonstruieren. Wissenschaftlich ist das schwer zu beweisen, da es keine fossilen Überlieferungen für die Sprache gibt. Fest steht, dass es im Gehirn der Australopithecinen noch kein

separates Sprachzentrum gab. Wahrscheinlich fing bei *Homo erectus* der Kehlkopf an, sich weiter nach unten zu bewegen, bis er sich beim modernen Menschen schließlich so tief wie es für das Sprechen notwendig ist manifestierte, wird in diesem Buch vermutet. Abschließend befasst sich „Über die Natur 3“ als einziges Schulbuch mit dem Thema „Evolution und Schöpfung“. Die Begriffe "Kreationismus" und "Intelligent Design" werden in diesem Zusammenhang beschrieben. Das Buch erläutert darüber hinaus das neue Verhältnis der Naturwissenschaften und der Religion zueinander. Beide betrachten die Evolution mittlerweile aus verschiedenen Dimensionen und stehen somit nicht in Konkurrenz.

12. Frage:

Wer entscheidet, welche Schulbücher für den Biologieunterricht verwendet werden?

An den Schulen entscheiden die LehrerInnen selbst, welche Schulbücher sie im Unterricht verwenden
erzählen Prof. A.O. und D.G.

Das Unterrichtsministerium gibt eine Liste vorab ausgewählter Bücher heraus. Die LehrerInnen wählen anschließend das am besten geeignete Schulbuch (Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, 2008b). Es besteht des Weiteren noch die Möglichkeit, dass die Schule zusätzlich noch eine Liste bereits selektierter Bücher erstellt, aus der die LehrerInnen sich das gewünschte Schulbuch aussuchen erzählt Prof. A.O.

3.3. MaturantInnenbefragung

Nachdem die vorhergehenden Abschnitte die Ergebnisseder Interviews mit den UniversitätsprofessorInnen und BiologielehrerInnen wiedergaben, befasst sich der nun folgende dritte Abschnitt mit der Auswertung und den Ergebnissen der Fragebögen, die von den MaturantInnen beantwortet wurden.

3.3.1. Stichprobe

Für die vorliegende Untersuchung wurden ausschließlich MaturantInnen allgemeinbildender höherer Schulen befragt. Es wurde hierbei darauf geachtet, nicht nur bestimmte Schultypen auszuwählen sondern eine umfassende Stichprobe, die sämtliche in Österreich existierenden Schwerpunktgymnasien umfasst. MaturantInnen von berufsbildenden höheren Schulen wurden aus den oben angeführten Gründen nicht befragt. Insgesamt wurden 157 Papier-Bleistift-Fragebögen ausgewertet.

In der Stichprobe findet sich ein deutlicher Überhang an weiblichen Probanden (60,51%, siehe Abbildung 2). Dieses Ergebnis ähnelt den Daten des Bundesministeriums für Unterricht, Kunst und Kultur für das Schuljahr 2007/2008. Die Geschlechterverteilung an allgemeinbildenden höheren Schulen gestaltet sich derart, dass 54% der AbsolventInnen weiblich und 46% männlich sind (Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, 2008a). Ein Erklärungsansatz dafür ist, dass Männer nach der gymnasialen Unterstufe oder Hauptschule eher eine berufsbildende höhere Lehranstalt (beispielsweise Höhere Technische Lehranstalt) besuchen als Frauen.

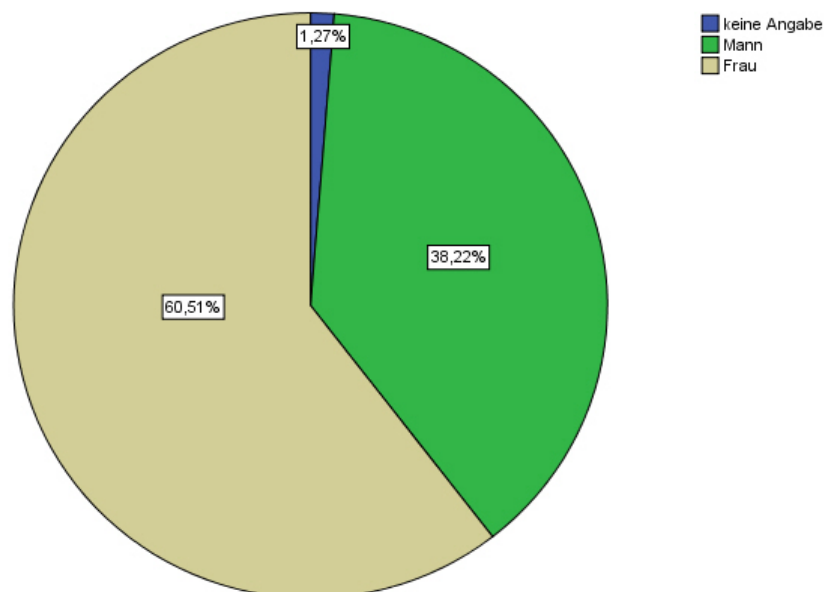


Abbildung 2. Geschlechterverteilung der befragten MaturantInnen.

Das Alter der befragten MaturantInnen reicht von 18 bis 22 Jahren (Tabelle 1). Im Durchschnitt erfolgt der Eintritt in die Mittelschule im Alter von zehn Jahren, wodurch sich ein Alter der AbsolventInnen von 18 Jahren ergibt. Das Alter mit dem die Schulbildung abgeschlossen wird, steigt naturgemäß bei Wiederholung einer Schulstufe an. Es liegt allerdings höchstens bei 22 Jahren, da *ein Schüler höchstens um zwei Schuljahre länger benötigen darf als der Zahl der Schulstufen entspricht* (BGBl. I Nr. 472/1986, S.3202).

Tabelle 1. Alter der befragten MaturantInnen.

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	keine Angaben	3	1,91%
	18-20 Jahre	152	96,82%
	20-25 Jahre	2	1,27%

Es wurde in dieser Pilotstudie versucht, mehrere Bundesländer mit einzubeziehen, um ein ausgewogeneres Bild zu erhalten. Aus logistischen und finanziellen Gründen konnten westösterreichische Bundesländer zur Zeit nicht inkludiert werden, aber wie Abbildung 3. zeigt, sind die östlicheren Bundesländer Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark und Wien gut repräsentiert, die größte Gruppe der befragten SchülerInnen kommt aus Wien.

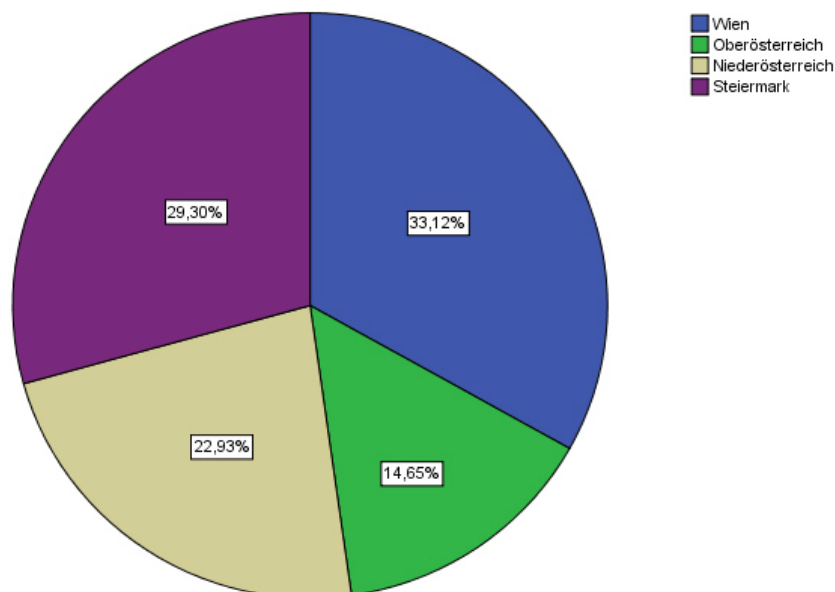


Abbildung 3. Bundesland der besuchten Schule.

3.3.2. Nullhypothesen

Ein Ziel dieser Befragung war es, den Wissenstand der gerade von der Schule abgehenden MaturantInnen in menschlicher Evolution zu ermitteln. Die Erhebung kann natürlich nicht differenzieren, ob dieses Wissen im Schulunterricht oder anderswo erworben wurde. Dieser "Wissensstand" der MaturantInnen in punkto Hominidenevolution soll aber in der vorliegenden Studie mit anderen Variablen in Verbindung gebracht werden, die Informationen zum Interesse am Thema und der Art des individuellen Biologieunterrichts enthalten um die Situation zu erhellen.

Die *a-priori* aufgestellten Nullhypothesen (H_0), die im Folgenden aufgelistet werden, konnten mittels Mann-Whitney-Test überprüft werden.

H1₀: SchülerInnen naturwissenschaftlicher Gymnasien lernen in der Schule nicht mehr über die menschliche Evolution als SchülerInnen anderer Schwerpunkt-Gymnasien.

H2₀: GymnasiastInnen, die in der Oberstufe mehr Unterrichtsjahre in Biologie absolvierten, wissen nicht mehr über menschliche Evolution als GymnasiastInnen, die weniger Jahre Biologieunterricht hatten.

H3₀: SchülerInnen, die in der Schule etwas über die menschliche Evolution lernten, wissen nicht mehr darüber als diejenigen, die im Biologieunterricht nichts darüber hörten.

H4₀: SchülerInnen, die mehr Biologiestunden über die menschliche Evolution hatten, wissen nicht mehr darüber als SchülerInnen, welche weniger oder keine Stunden über menschliche Evolution hatten.

H5₀: GymnasiastInnen, die im Biologieunterricht Anschauungsmaterialien verwendeten, wissen nicht mehr über Hominidenevolution, als diejenigen, die im Unterricht keine Lehrbehelfe verwendeten.

H6₀: GymnasiastInnen, die im Schulunterricht mit Abgüssen von Fossilien und modernen Hominoiden Kontakt hatten, wissen nicht mehr über die menschliche Evolution als diejenigen, die keine Abgüsse verwendeten.

H7₀: SchülerInnen, die Interesse am Biologieunterricht hatten, wissen nicht mehr über die menschliche Evolution als SchülerInnen, die wenig oder kein Interesse daran hatten.

H8₀: MaturantInnen, die sich speziell für die menschliche Evolution interessieren, wissen nicht mehr darüber als diejenigen, die sich nicht dafür begeistern können.

Im Folgenden werden die Häufigkeitsverteilungen der Antworten für jede Frage (siehe Kapitel Material und Methoden 2.3., Fragebogen MaturantInnen) dargestellt. Anschließend erfolgt die Überprüfung der oben angeführten Nullhypothesen.

3.3.3. Gliederung des Fragebogens

Der Fragebogen umfasst folgende Themenschwerpunkte:

- 1) Beschreibung der Stichprobe
- 2) Schule und Biologieunterricht
- 3) Persönliche Anschauungen
- 4) Wissen über menschliche Evolution

Die Umfrage wurde hauptsächlich an humanistisch, mathematisch, musisch, naturwissenschaftlich, sportlich, technisch und wirtschaftskundlich orientierten Oberstufenrealgymnasien durchgeführt. Weiters wurden noch vereinzelt andere Schwerpunktgymnasien in die Untersuchung miteinbezogen – siehe Kapitel 3.3.4., Abbildung 4.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS, Version 15.0. Da die Daten nominal-skaliert sind, wurden Häufigkeitsverteilungen erstellt. Für die graphische Darstellung wurden Kreis- und Balkendiagramme sowie Tabellen verwendet. Für die Hypothesenprüfung wurde ein Mann-Whitney-Test zur Bestimmung eines Zusammenhangs von Variablen niederen Messniveaus durchgeführt.

3.3.4. Schule und Biologieunterricht

1. Frage:

Welche Schule haben Sie zuletzt besucht?

Abbildung 4 veranschaulicht die Schwerpunkte der von den MaturantInnen besuchten Gymnasien (fortan auch als „Schultyp“ bezeichnet). Die Mehrheit der befragten SchülerInnen absolvierte ein humanistisches oder sprachliches Gymnasium, gefolgt von AbsolventInnen naturwissenschaftliche allgemeinbildender höherer Schulen. SchülerInnen wirtschaftskundlicher Gymnasien stellen gemeinsam mit MaturantInnen musischer und technischer Gymnasien innerhalb der Auswahlmöglichkeiten die kleinste Gruppe dar. Der geringe Anteil von MaturantInnen technischer Gymnasien kann dadurch erklärt werden, dass es durch die in Österreich existenten höheren technischen Lehranstalten (HTL) nur wenige Gymnasien gibt, die einen Schwerpunkt in Technik besitzen. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass durch Zufall weniger Schulen mit diesem Schwerpunkt für die Befragung herangezogen wurden. Der Großteil der für die Stichprobe

ausgewählten Gymnasien besaß einen humanistischen Schwerpunkt. Diese Selektion ist ein Zufallsergebnis.

Die Antwortmöglichkeit „andere Schulen“ wird im folgenden Absatz näher erläutert.

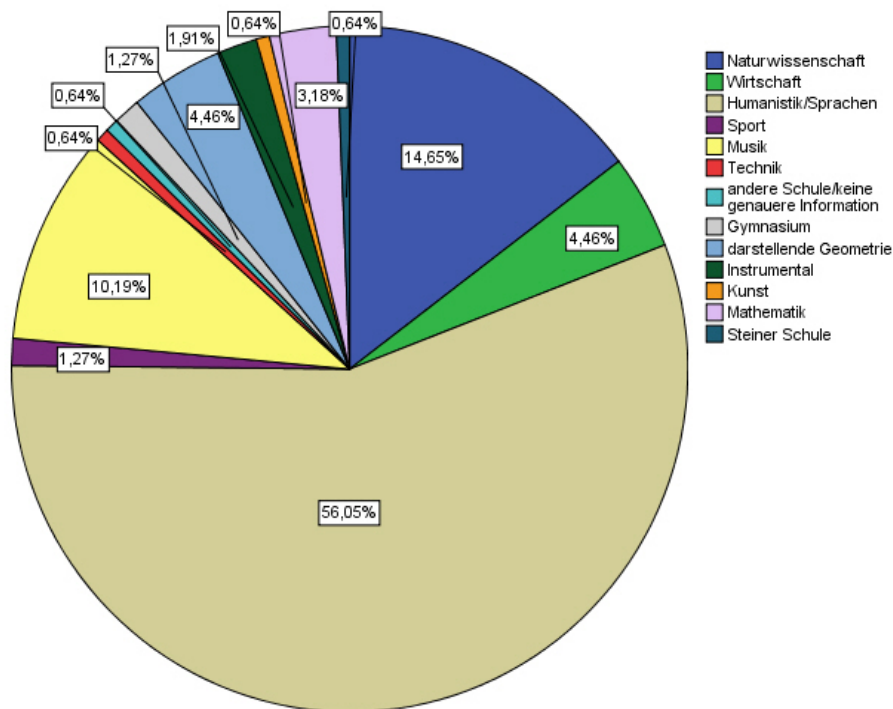


Abbildung 4. Schultypen.

In Österreich ist es den AHS auf Grund der Schulautonomie möglich, Lehrpläne so zu modifizieren, dass verschiedene Ausbildungsschwerpunkte gesetzt werden können (BGBl.II Nr. 283/2000, Seite 1550f.). Aus diesem Grund wurden nur die gängigsten Schwerpunkt gymnasien als eigenständig auszuwählende Antwortmöglichkeit für Frage 1 herangezogen. Für die MaturantInnen, deren Schule keine der gegebenen Antwortmöglichkeiten entsprach, wurde die Option „andere Schule“ eingeführt. Die Schüler wurden zusätzlich aufgefordert anzugeben, welche Bildungsinstitution sie besuchen.

Die Antwort „andere Schule“ in Abbildung 4 bezeichnet GymnasiastInnen, die zwar die Antwortmöglichkeit „andere Schule“ wählten, jedoch keine weiterführenden Angaben dazu machten. Der Großteil der MaturantInnen, die eine „andere Schule“ absolvierte, gab an, ein Gymnasium mit Schwerpunkt darstellende Geometrie zu besuchen. Am zweithäufigste wurde eine AHS mit Schwerpunkt Mathematik notiert. Dieser Schultyp bezeichnet höchstwahrscheinlich ebenfalls ein Gymnasium mit dem Schwerpunkt darstellende Geometrie. In diesem Fall könnten diese beiden Schultypen aufaddiert werden. In Folge dessen wäre das Gymnasium mit dem Schwerpunkt in darstellender Geometrie mit 7,64% der häufigste „andere“ Schultyp. Die Antwort „Gymnasium“ bezieht sich ebenfalls auf eine von den SchülerInnen selbst angegebene Antwort. Leider konnte nicht mehr eruiert werden, welcher Schultyp damit gemeint war.

Auf einem Fragebogen wurde die Antwort „Steiner Schule“ notiert. Bei dieser Schule handelt es sich allerdings nicht um ein Gymnasium. AbsolventInnen einer solchen Schule sind nach dem Ende ihres Besuchs dieser Bildungseinrichtung berechtigt in die 12. Schulstufe eines Gymnasiums zu wechseln, um dort ihre Matura abzulegen (<http://www.waldorf.at/schulen/wasistwaldorf.htm>, zuletzt abgerufen am 14.9.2011). Dies wäre eine mögliche Erklärung für diese Antwort, obwohl die Befragung nur mit AbsolventInnen eines Gymnasiums durchgeführt wurde.

2. Frage:

Wie viele Jahre Biologieunterricht absolvierten Sie insgesamt in der Oberstufe?

Wie Abbildung 5 zu entnehmen ist, besuchte der Großteil der befragten MaturantInnen drei Jahre lang den Biologieunterricht in der Oberstufe. Dieses Ergebnis ist insofern nicht überraschend, da der überwiegende Teil der für die Studie herangezogenen SchülerInnen ein humanistisches oder sprachliches Gymnasium absolvierte. Sowohl in diesen als auch in AHS mit musikischem, sportlichem, technischem oder wirtschaftskundlichem Schwerpunkt ist die Schule nicht verpflichtet, in der 11. Schulstufe Biologieunterricht anzubieten (BGBl.II Nr. 283/2003, Seite 1526ff.).

Nur wenige MaturantInnen besuchten für zwei oder fünf Jahre den Biologieunterricht. Eine Erklärung für dieses Resultat ist, dass es in Österreich an nur wenigen Schulen eine fünfjährige, gymnasiale Oberstufe gibt. Ein anderer Grund für den fünfjährigen Besuch des Biologieunterrichts besteht darin, dass die befragten SchülerInnen eine Schulstufe bereits zweimal wiederholt hatten.

Die befragten GymnasiastInnen in dieser Studie, die fünf Jahre lang den Biologieunterricht besuchten, absolvierten alle ein humanistisches Gymnasium. Ähnlich verhält es sich mit den MaturantInnen, die angaben, nur zwei Jahre Unterricht in Biologie während der Oberstufe gehabt zu haben. Auch sie besuchten ein humanistisches Gymnasium (siehe Tabelle 2). Die GymnasiastInnen, die angaben, nur zwei Jahre Biologieunterricht absolviert zu haben, könnten im Laufe der Oberstufe von einer berufsbildenden Schule (Handelsakademie, HTL, etc.) an eine AHS gewechselt sein. Es gibt laut Schulgesetz keine gymnasiale Oberstufe, die verpflichtend nur zwei Jahre Unterricht in Biologie anbietet (BGBl.II Nr. 283/2003, Seite 1526ff.). Natürlich wäre es auch möglich, dass die SchülerInnen bei der Beantwortung dieser Frage ein Fehler unterlaufen ist und sie mindestens 3 Jahre Unterricht in Biologie hatten.

In naturwissenschaftlichen Gymnasien wird in der Oberstufe vier Jahre lang Biologieunterrichtet (BGBl.II Nr. 283/2003, Seite 1538f.). Dennoch können auch andere Schwerpunktgymnasien im Rahmen einer schulautonomen Lehrplanbestimmung ebenfalls ein viertes Jahr Biologieunterricht in der Oberstufe anbieten (BGBl.II Nr. 283/2003, Seite 1525ff.). In dem vorliegenden Sample hatte der Großteil der MaturantInnen, die ein naturwissenschaftliches Gymnasium besuchten, vier Jahre Unterricht in Biologie (siehe Tabelle 2).

Diese bei Frage 1 angeführte Erläuterung der von den Schulen selbst wählbaren Schwerpunktsetzung erklärt die Differenz in den Prozentsätzen zwischen Frage 1 und Frage 2: 14.65% der MaturantInnen absolvierten ein naturwissenschaftliches Gymnasium, hingegen besuchten 16.56% vier Jahre den Biologieunterricht in der Oberstufe.

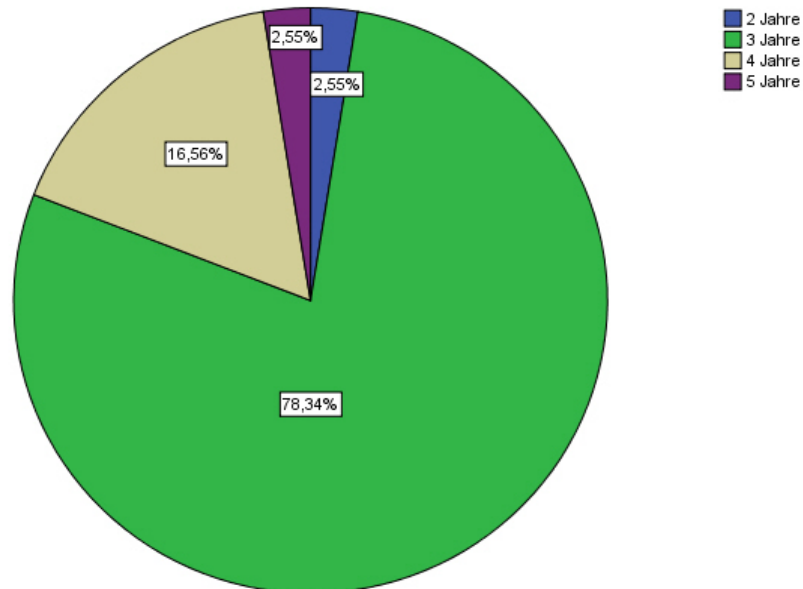


Abbildung 5. Unterrichtsjahre in Biologie in der gymnasialen Oberstufe.

Tabelle 2. Kreuztabelle Schwerpunktgymnasien und Anzahl der Biologiejahre in der Oberstufe.

% von Schwerpunkt des besuchten Gymnasiums

		Anzahl der Jahre des Biologieunterrichts			
		2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre
Schwerpunkt des besuchten Gymnasiums	Naturwissenschaft		39,13%	60,87%	
	Wirtschaft	14,29%	57,14%	28,57%	
	Humanistik/Sprachen	3,41%	86,36%	5,68%	4,55%
	Sport		50,00%	50,00%	
	Musik		100,00%		
	Technik		100,00%		
	andere Schule/keine genauere Information		100,00%		
	Gymnasium (freie Antwort, Kapitel 3.3.4., S. 56)		100,00%		
	darstellende Geometrie		85,71%	14,29%	
	Instrumental		100,00%		
	Kunst		100,00%		
	Mathematik		60,00%	40,00%	
	Steiner Schule			100,00%	

3. Frage:

Wurde das Thema „menschliche Evolution“ im Biologieunterricht der von Ihnen besuchten Oberstufe behandelt?

Auf diese Frage haben 87.26% der Befragten mit „ja“ geantwortet.

Wie in Abbildung 6 ersichtlich wird, wurde die überwiegende Mehrheit der befragten MaturantInnen in menschlicher Evolution unterrichtet. Die in den Interviews geschilderten Erfahrungen der in Wiener Neustadt befragten BiologielehrerInnen bestätigen dieses Ergebnis (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 36f.). Auch sie erklärten, im Biologieunterricht dieses Thema zu behandeln. Die Befragung der BiologielehrerInnen an Wiener Schulen ergab hingegen, dass es für sie nahezu unmöglich ist, im Biologieunterricht die menschliche Evolution einzubringen. Diese Aussage stützen sie auf ihre langjährige Erfahrung. Weiters begründen sie ihre Meinung damit, dass im Sommersemester der 12. Schulstufe die verfügbare Unterrichtszeit auf Grund der im Frühjahr folgenden Matura stark verkürzt ist und somit die gleichwertige Behandlung aller im Lehrplan vorgegebenen Themen im Biologieunterricht nicht durchführbar ist (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 36f.). Da die SchülerInnen der Abschlussklasse vorwiegend an Genetik interessiert sind, liegt das Hauptaugenmerk auf diesem Thema. Darunter leidet vor allem die Durchführung des Unterrichts in Hominidenevolution.

Lediglich ein kleiner Teil der befragten MaturantInnen (12.10%) gab an, im Biologieunterricht nichts über die menschliche Evolution gehört zu haben. In Tabelle 3 ist ersichtlich, dass es sich hierbei hauptsächlich um die AbsolventInnen einer gymnasialen Oberstufe und SchülerInnen einer AHS mit instrumentalen Schwerpunkt handelte (50% bzw. 33.33%). An dieser Stelle muss aber erwähnt werden, dass im Rahmen dieser Studie nur 1.27% (zwei) bzw. 1.91% (drei) SchülerInnen der jeweiligen Schultypen befragt wurden und dieses Ergebnis somit nicht als generell gültig angesehen werden kann (siehe Abbildung 2).

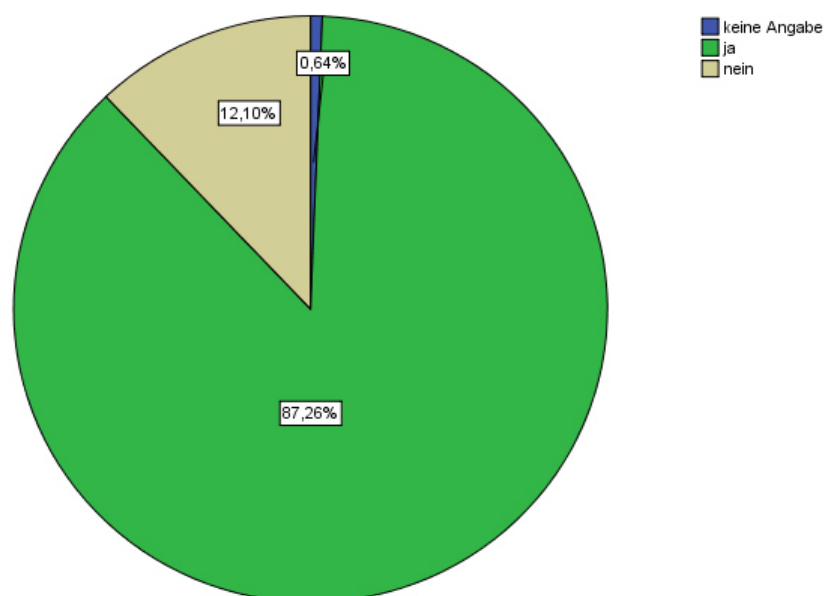


Abbildung 6. Unterricht in menschlicher Evolution in der Oberstufe.

Tabelle 3. Kreuztabelle Schwerpunktgymnasien und Unterricht in menschlicher Evolution.**% von Schwerpunkt des besuchten Gymnasiums**

		Unterricht in menschlicher Evolution		
		Keine Angaben	ja	nein
Schwerpunkt des besuchten Gymnasiums	Naturwissenschaft		100,00%	
	Wirtschaft		100,00%	
	Humanistik/Sprachen	1,14%	80,68%	18,18%
	Sport		100,00%	
	Musik		93,75%	6,25%
	Technik		100,00%	
	andere Schule/keine genauere Information		100,00%	
	Gymnasium (freie Antwortmöglichkeit, siehe Kapitel 3.3.4., Seite 56)		50,00%	50,00%
	darstellende Geometrie		100,00%	
	Instrumental		66,67%	33,33%
	Kunst		100,00%	
	Mathematik		100,00%	
	Steiner Schule		100,00%	

4. Frage:

Wenn ja, in wie vielen Unterrichtsstunden insgesamt hörten Sie etwas über die menschliche Evolution?

Abbildung 7 ist zu entnehmen, dass die Mehrheit der MaturantInnen im Schnitt drei bis vier Biologiestunden mit der Thematik beschäftigt waren. Die wenigsten der befragten GymnasiastInnen wurden in mehr als sechs Schulstunden in Hominidenevolution unterrichtet. Allerdings gab es auch SchülerInnen, die bis zu einem Jahr mit diesem Thema zubrachten. Eine Erklärung dafür, dass die menschliche Evolution mehr als vier Unterrichtsstunden lang behandelt wurde, liefern die Aussagen der interviewten LehrerInnen aus Wiener Neustadt (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 36). Die LehrerInnen nutzen mehrere Möglichkeiten, im Biologieunterricht dieser Thematik mehr Zeit zu widmen. Einerseits beschäftigen sie sich damit bereits in einer der vorangehenden Schulstufen, andererseits erarbeiten sie die menschliche Evolution über das gesamte Sommersemester der 12. Schulstufe in den Biologiestunden. Die Zeit, die im Biologieunterricht für Hominidenevolution aufgewendet wird, ist laut Schilderung dreier der interviewten LehrerInnen aus Wien und Wiener Neustadt dennoch gering im Vergleich mit dem zeitlichen Aufwand, der den anderen Themen des Biologieunterrichts der 12. Schulstufe gewidmet wird (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 37).

Die Frage sollte in Erfahrung bringen, in welchem Ausmaß die SchülerInnen mit der menschlichen Evolution konfrontiert werden. Die Auswertung der Fragebögen ergab, dass dies in einem eher beschränkten zeitlichen Rahmen stattfindet.

Aus Sicht der für diese Studie interviewten BiologielehrerInnen (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 38) wäre es wünschenswert, der Hominidenevolution im Unterricht einen größeren Spielraum zukommen zu lassen und das Thema zumindest in demselben Ausmaß zu behandeln wie Genetik. Es wäre auch möglich, bereits im Unterricht der Unterstufe auf die menschliche Evolution einzugehen oder in der Oberstufe verstärkt Querverbindungen zu anderen Themen, wie beispielsweise Verhaltenslehre oder Medizin, zu erstellen.

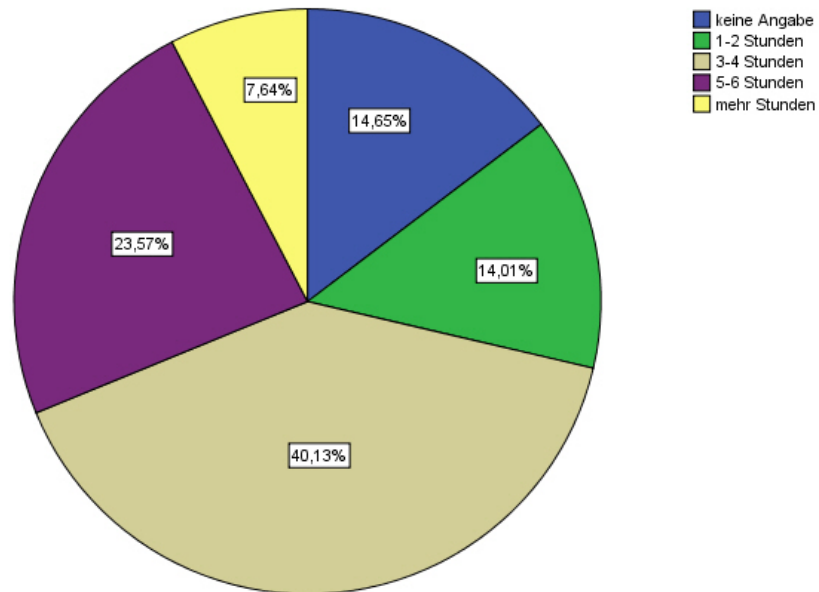


Abbildung 7. Anzahl der Biologieschulstunden über „menschliche Evolution“.

Die Antwort „keine Angaben“ steht für die MaturantInnen, die bei Frage 4 keine der vorgegebenen Option auswählten.

5. Frage:

Wurden im Unterricht über die menschliche Evolution Anschauungsmaterialien verwendet?

Abbildung 8 zeigt, dass zwei Drittel der MaturantInnen im Unterricht mit Anschauungsmaterialien arbeiteten. Knapp ein Drittel der befragten MaturantInnen hatten im Biologieunterricht keinen Kontakt mit Unterrichtsbehelfen zum Thema menschliche Evolution.

Für dieses Resultat kommen mehrere Faktoren in Betracht. Erstens könnten die Schulen, die die befragten MaturantInnen besuchten, keine Anschauungsmaterialien besitzen. Zweitens wäre es denkbar, dass die SchülerInnen die Schulstunden versäumt haben, in denen Anschauungsmaterialien zum Thema menschliche Evolution verwendet wurden. Eine dritte Möglichkeit ist, dass die befragten MaturantInnen den Ausdruck "Anschauungsmaterial" nur auf einen im Klassenzimmer durchgegebenen Gegenstand beziehen und nicht auch auf Medien wie Videodokumentationen oder Powerpointpräsentationen (PPT).

Die Verwendung von Abgüssen von Fossilien oder rezenten Primaten in Zusammenhang mit dem Unterricht in menschlicher Evolution, per se ein eher abstraktes Thema, das viel Vorstellungsvermögen verlangt, kann die Aufnahme der Inhalte wesentlich verbessern. Dadurch ist es leichter möglich, Unterschiede in der Anatomie anschaulich und im wahrsten Sinn des Wortes "begreifbar" zu machen. Des Weiteren entspricht die typische Arbeit von PaläoanthropologInnen dieser Vorgehensweise. Auch sie untersuchen die von ihnen gefundenen Fossilien hinsichtlich ihrer Anatomie und vergleichen sie mit bereits bekannten Funden. Durch dieses Arbeiten können die SchülerInnen somit einen Einblick in die Arbeitsweise der WissenschaftlerInnen gewinnen.

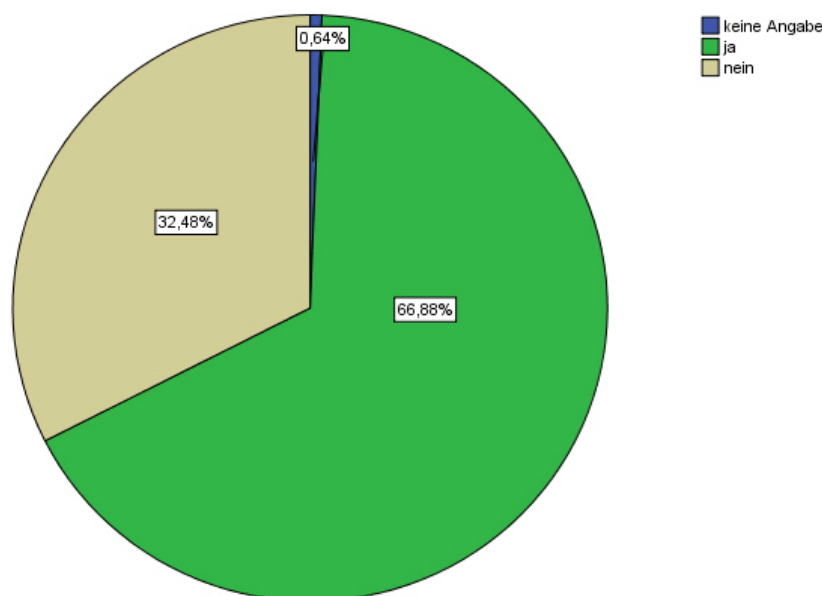


Abbildung 8. Verwendung von Anschauungsmaterialien im Biologieunterricht.

5a Frage:

Wenn ja, welche (Anschauungsmaterialien wurden verwendet)?

Von den 66.88% der MaturantInnen, die angaben, mit Anschauungsmaterialien im Biologieunterricht gearbeitet zu haben, bekam rund ein Drittel DVDs oder Videos über das Thema menschliche Evolution zu sehen (siehe Abbildung 9). Diese Anschauungsmaterialien sind relativ einfach anzuwenden und die LehrerInnen müssen weniger zusätzliche Vorbereitungen für den Unterricht treffen. Am zweithäufigsten arbeiteten die Schülerinnen mit „sonstige Anschauungsmaterialien“, also Materialien, die nicht explizit als Antwortmöglichkeit im Fragebogen zur Verfügung standen. An dieser Stelle konnten sie notieren, welche konkreten Lehrmittel sie im Unterricht verwendeten. Etwa ein Viertel der befragten GymnasiastInnen wurde in den Biologiestunden unter Zuhilfenahme von Abgüssen hominider Fossilien unterrichtet. Für drei der interviewten LehrerInnen aus Wiener Neustadt ist der Gebrauch von Abgüssen für das Verständnis der menschlichen Evolution wichtig (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 40f.). Andere LehrerInnen beurteilen die Verwendung von Abgüssen im Unterricht als wenig zweckmäßig. Ausgehend von ihrer Erfahrung meinten sie, dass sich SchülerInnen durch Verwendung von Abgüssen die realen Hominiden nicht besser vorstellen können. Die dritthäufigste Gruppe waren jene MaturantInnen, die angaben, eine Diashow oder PPT-Präsentation gesehen zu haben.

Aus der Verteilung der verschiedenen Anschauungsmaterialien ist ersichtlich, dass Fossilabgüsse im Schulunterricht verwendet werden. Dieses Ergebnis kann auch von einen der befragten BiologielehrerInnen bestätigt werden (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 40f.). Auch einige der befragten UniversitätsprofessorInnen und der Experte Dr. Kattmann sehen im Gebrauch von Anschauungsmaterialien im Unterricht einen Vorteil für die SchülerInnen (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 33, Kapitel 3.4.1. Seite 110).

Bei Frage 5 konnten die befragten MaturantInnen noch die Antwort „sonstige Anschauungsmaterialien“ auswählen und anschließend näher erläutern. Da die meisten dieser Antworten den zur Auswahl stehende Antworten (Abgüsse von Schädeln oder anderen Skelettteilen, Video/DVD und Poster/Diashow/PowerPoint Präsentation) stark ähnelten, wurden die sich gleichenden Antworten in einer Variable aufsummiert. „Bilder“, „Overhead“ und „Folien“, wurden zu den Antworten „Poster/Diashow/Powerpoint“ von Frage 5 gezählt. Gleichermaßen wurde mit den Antworten „Filmrollen“ und „Buch“ (Frage 5a) und „Video/ DVD“ (Frage 5) verfahren.

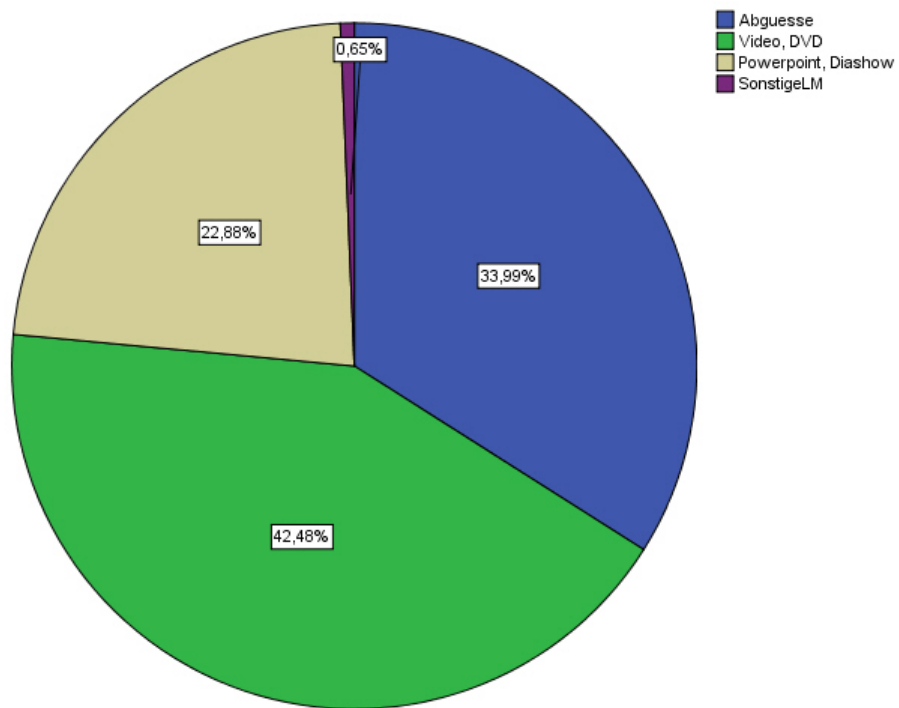


Abbildung 9. Verwendete Anschauungsmaterialien.

6. Frage:

Können Sie Autor und Titel des von Ihnen im Biologieunterricht verwendeten Schulbuches nennen?

Wie Abbildung 10 zu entnehmen ist, können mehr als die Hälfte der befragten MaturantInnen den Titel ihres Biologiebuches nicht wiedergeben. Dies deutet jedenfalls darauf hin, dass der Bezug der GymnasiastInnen zu diesem Lehrbuch trotz jahrelanger Verwendung nicht besonders stark ist (es liegen aber keine Vergleichszahlen mit anderen Schulbüchern vor). In einigen Fällen wurde möglicherweise auch gar kein Schulbuch im Unterricht verwendet und eher andere Lehrbehelfe (beispielsweise PPT-Präsentationen) zur Unterrichtsgestaltung herangezogen.

Die meisten MaturantInnen, die sich an ihr Biologiebuch erinnern konnten, verwendeten „Linder-Biologie 3“. Diese Vorherrschaft von „Linder-Biologie“ in österreichischen Gymnasien wurde bereits in den Interviews mit UniversitätsprofessorInnen und LehrerInnen deutlich (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 32; Kapitel 3.2.1., Seite 42). Daraus geht hervor, dass „Linder-Biologie“ für die LehrerInnen selbst als Nachschlagewerk am besten geeignet ist, da es ausführlich auf die einzelnen Unterrichtsthemen eingeht (Prof. Hödl, Kapitel 3.1.1., Seite 32). Dadurch liegt es nahe, dass die LehrerInnen es auf Grund ihrer Erfahrung ebenfalls als Schulbuch verwenden.

Es war nicht möglich, drei der von den MaturantInnen angegebenen Schulbücher ausfindig zu machen: „Dorner“ ist der Name eines Verlages. Wahrscheinlich bezeichnet dieser Titel das Buch „Hofer-Biologie 8“, Verlag Dorner. Schrökenfuchs“ ist ein Schulbuchautor, der Schulbücher für den Geschichtsunterricht verfasst. Es liegt nahe, dass die MaturantInnen die Schulbücher dieser beiden Unterrichtsgegenstände verwechselten. Dasselbe dürfte für die Antwort „Laub“ gelten. Dieser Autor verfasst Schulbücher für das Unterrichtsfach Mathematik.

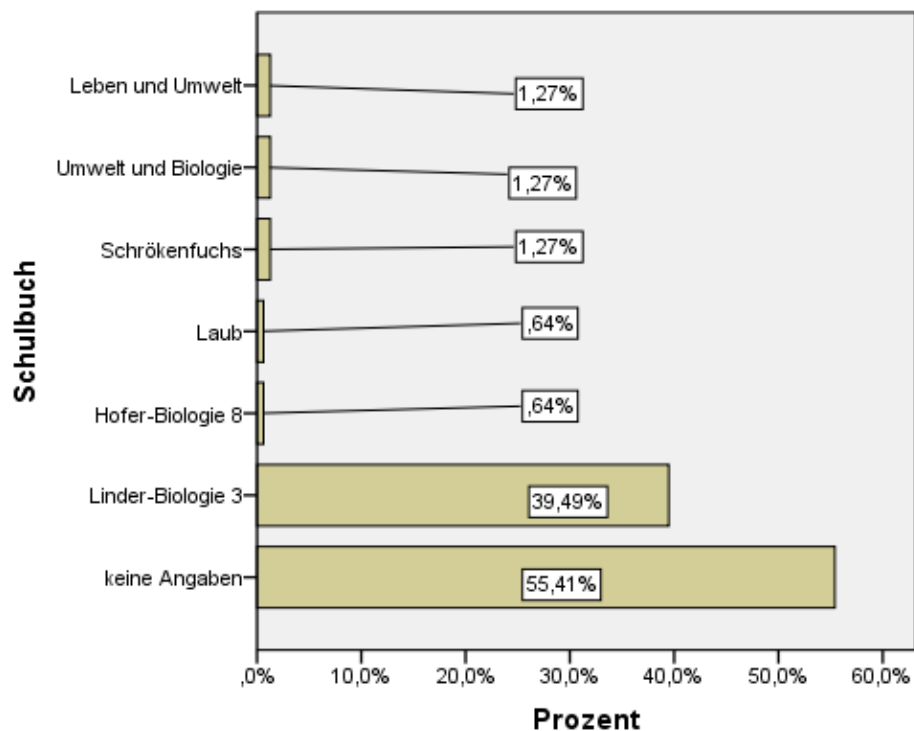


Abbildung 10. Schulbücher.

Weiters zeigt sich hinsichtlich der Verwendung von Anschauungsmaterialien kein großer Unterschied zwischen den SchülerInnen, die sich nicht an das verwendete Biologieschulbuch erinnern können und denen, die den Titel „Linder-Biologie 3“ wiedergaben (siehe Tabelle 4). Die Werte der anderen Schulbücher sind wenig aussagekräftig, da nur 0,64% der befragten SchülerInnen (das entspricht einem/einer StudienteilnehmerIn) die Bücher Dorner und Laub bzw. 1,27% (das entspricht zwei SchülerInnen) die Lehrbücher Schrökenfuchs, Umwelt und Biologie, Leben und Umwelt gebrauchten (siehe Abbildung 10).

Tabelle 4. Kreuztabelle Schulbuch und Verwendung von Abgüssen.

% von verwendetes Schulbuch im Biologieunterricht

		Verwendung von Abgüssen hominider Fossilien im Biologieunterricht	
		nein	ja
verwendetes Schulbuch im Biologieunterricht	weiß nicht	71,26%	28,74%
	Linder	62,90%	37,10%
	Dorner	100,00%	
	Laub	100,00%	
	Schrökenfuchs		100,00%
	Umwelt und Biologie	100,00%	
	Leben und Umwelt		100,00%

3.3.5. *Persönliche Anschauungen*

7. Frage:

Sind Sie der Meinung, dass die Verwendung von realen Modellen (beispielsweise Abgüsse von Fossilien) im Biologieunterricht das Verständnis für die Hominidenevolution fördern kann?

Wie Abbildung 11 zu entnehmen, glauben fast alle der befragten SchülerInnen (91.08%), dass die Verwendung realer Modelle im Biologieunterricht sinnvoll ist. Dieser sehr hohe Prozentsatz deckt sich mit der Ansicht einiger der interviewten BiologielehrerInnen aus Wiener Neustadt (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 40f.). Sie sind der Meinung, dass Anschauungsmaterialien das Verständnis der MaturantInnen für das Thema Hominidenevolution fördern. Die SchülerInnen könnten dadurch die Materie besser begreifen. Für die Verwendung von Anschauungsmaterial im Schulunterricht stellt die überwiegend positive Beantwortung dieser Frage eine gute Ausgangssituation dar. Da die SchülerInnen an der Benutzung realer Modelle interessiert sind, bestehen gute Chancen, dass dieses Lehrmittel im Biologieunterricht mit guter Akzeptanz eingesetzt werden kann. Es könnten mit Hilfe der Fossilabgüsse im Unterricht praktische Vergleiche der sich über die Jahrmillionen ändernden Anatomie der verschiedenen Hominidenspezies angestellt werden und so Evolution tatsächlich begriffen werden.

Nur ein geringer Teil der befragten MaturantInnen glaubt nicht, dass Anschauungsmaterialien das Verständnis für menschliche Evolution verbessern könnten. Leider konnte nicht überprüft werden, ob diese ablehnende Haltung der MaturantInnen hinsichtlich dieser Art des Unterrichtsbehelfs möglicherweise durch die in einzelnen Schulen existierenden qualitativ schlechten Anschauungsmaterialien erklärt werden könnte. Die Aussagen der befragten Wiener LehrerInnen zeigten eine ähnlich ablehnende Haltung gegenüber Abgüssen (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 42). Es konnte nicht überprüft werden, ob hier ein Zusammenhang besteht, etwa der Art, dass GymnasiastInnen negative Erfahrung machten, weil Modelle im Unterricht nur durchgegeben oder hergezeigt wurden, ohne dass die LehrerInnen konkreter darauf eingingen oder die SchülerInnen damit arbeiten ließen.

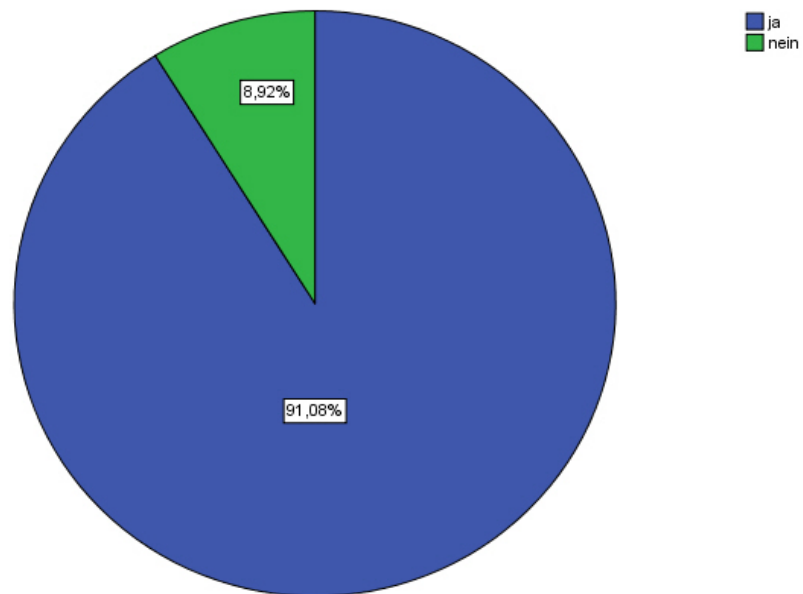


Abbildung 11. Ist die Verwendung von Anschauungsmaterialien sinnvoll.

Wurde die Frage 7 mit „nein“ beantwortet gab es eine weiterführende Frage.

7a Frage:

Wenn nein, warum nicht?

Die MaturantInnen erklärten an dieser Stelle, dass sie sich durch die Verwendung von Modellen die Anatomie bereits ausgestorbener Hominiden nicht besser vorstellen könnten (siehe Tabelle 5). Für einige MaturantInnen sind Bilder zur Veranschaulichung des zu lernenden Stoffes ausreichend. Andere sind außerdem der Ansicht, dass ein fehlendes Verständnis für den Verlauf der Evolution nicht durch den Gebrauch von Modellen kompensiert werden kann. Ursachen für diese negative Einstellung gegenüber Anschauungsmaterialien sind schwer zu erfassen. Die fehlende Begeisterung mancher LehrerInnen für dieses Thema könnte negativ auf die MaturantInnen abfärben, erklärt Prof. Kattmann (Kapitel 3.4., Seite 106).

Der Einsatz von Lehrbehelfen setzt eine nicht unerhebliche Vorbereitungszeit für die LehrerInnen voraus. Möglicherweise reicht deren zur Verfügung stehende Zeit nicht immer aus, sich „adäquat“ vorzubereiten und sie sind so auch nicht in der Lage, Lehrbehelfe einzusetzen. Die Wiener BiologielehrerInnen machten in den Interviews auf ein Zeitproblem aufmerksam (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 39). Das Thema "Zeit in der Klasse" versus "Vorbereitungszeit" ist in der jüngeren Vergangenheit durch die politischen Ereignisse rund um die Schule stark diskutiert worden. Wenn man einem Vergleich der OECD, demzufolge österreichische LehrerInnen (allerdings der Unterstufen) jährlich um 100 Stunden weniger in den Klassen verbringen, als der OECD Schnitt (<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/fulltext/9610075e.pdf?expires=1294756308&id=0000&accname=ocid72023547&checksum=8BBB97F8DD5DA914E8794C146DD3C1A2>, Seite 465) Glauben schenken möchte, wäre eine Zeitnot hinsichtlich der Unterrichtsvorbereitung nur schwer argumentierbar.

Tabelle 5. Warum ist die Verwendung von Anschauungsmaterialien nicht sinnvoll.

Bilder sind auch in Ordnung
Fossilien sind für Laien nicht aussagekräftig
Kein Interesse an der Verwendung von Anschauungsmaterialien
Durch die Verwendung von Anschauungsmaterialien ist keine bessere Vorstellung von der Materie möglich
„Schlechter“ Lehrer, dadurch Anschauungsmaterialien nicht adäquat genutzt
Trotz Anschauungsmaterialien schwer vorstellbar, besser wären Animationen (Comics)
Betrachtung der Modelle (Original Fossilien) müsste gegeben sein

8. Frage:

Hätten Sie andere Ideen, wie der Unterricht in menschlicher Evolution aufgelockert oder anschaulicher präsentiert werden könnte?

Die Beantwortung dieser Frage war für die SchülerInnen optional. Abbildung 12 zeigt, dass der Großteil der befragten MaturantInnen sich über diese Frage keine weiteren Gedanken machten.

Die Angaben der restlichen GymnasiastInnen wurden in vier Gruppen zusammengefasst. Ein Teil wünscht sich die Verwendung von Filmen und Powerpointpräsentationen zum Thema menschliche Evolution im Biologieunterricht. Andere SchülerInnen vermissen den Besuch von Sonderausstellungen und Exkursionen. Solche außerschulischen Aktivitäten könnten beispielsweise im Rahmen des Wahlpflichtfaches durchgeführt werden, wie es einige der befragten BiologielehrerInnen bereits machen (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 38f.). Weiters würden einige MaturantInnen im Evolutionsunterricht gerne mehr über Darwins Evolutionstheorie erfahren und andere Evolutionstheorien im Unterricht kennenlernen. Wichtig wären für sie mehr Beispiele für den Verlauf der Evolution, um ein besseres Verständnis dafür zu bekommen. Auch sollten nach Meinung der GymnasiastInnen im Biologieunterricht kirchliche Vorstellungen zur Entstehung des Lebens und des modernen Menschen den Evolutionstheorien gegenüber gestellt und eine Diskussion darüber geführt werden. Mit UniversitätsprofessorInnen über die menschliche Evolution zu diskutieren wäre ein weiteres Anliegen der MaturantInnen.

Die Vorschläge und Wünsche der GymnasiastInnen zur Verbesserung des Biologieunterrichts sind hilfreich. Mit Sicherheit sind Jugendliche nicht in der Lage, Empfehlungen zur didaktischen Aufbereitung des Unterrichts zu liefern. Dennoch sind ihre Gedanken zu diesem Thema relevant, um auch andere SchülerInnen dafür zu begeistern. Die von den MaturantInnen gelieferten Vorschläge sind logisch und im Unterricht durchaus durchführbar.

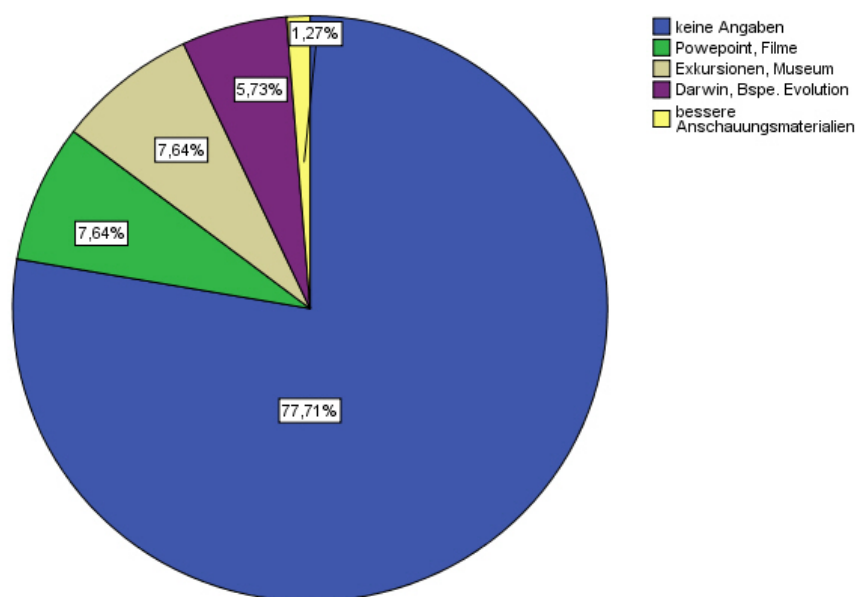


Abbildung 12. Vorschläge zur Verbesserung des Unterrichts in menschlicher Evolution.

9.Frage:

Wie empfanden Sie den Biologieunterricht allgemein?

Abbildung 13 bietet eine Darstellung der persönlichen Meinung der GymnasiastInnen zum Biologieunterricht. Ganz klar geht daraus hervor, dass zwei Drittel (66.3%) der Jugendlichen sehr gut für den Gegenstand Biologie zu motivieren sind und den Unterricht in Biologie als „interessant“ oder sogar „sehr interessant“ empfanden. Die LehrerInnen aus Wien erzählen, dass die MaturantInnen auf Grund des Maturastresses sich wenig für menschliche Evolution interessieren, sondern sich eher für medizinische Biologie begeistern (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 39).

Ungefähr jede(r)Vierte der befragten SchülerInnen ist wenig an dieser Naturwissenschaft interessiert. Nur eine kleine Minderheit (6.4%) empfand den Biologieunterricht als „uninteressant“.

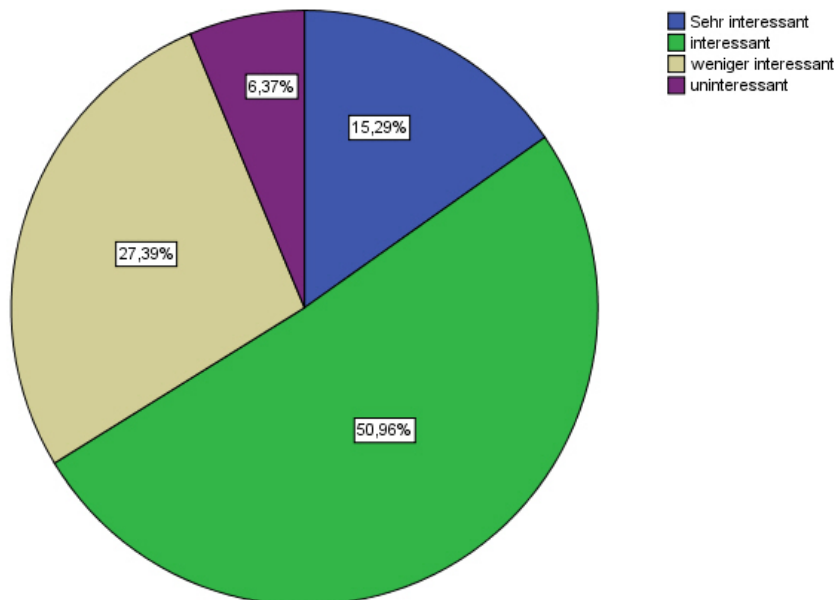


Abbildung 13. Interesse am Biologieunterricht.

10. Frage:

Interessiert Sie persönlich das Thema „menschliche Evolution“?

Abbildung 14 ist die Auswertung hinsichtlich des Interesses der befragten GymnasiastInnen an menschlicher Evolution zu entnehmen. Die überwiegende Mehrheit der befragten MaturantInnen (75.80%) findet das Thema "menschliche Evolution" interessant. Zwei der in Wiener Neustadt befragten BiologielehrerInnen können diesem Resultat beipflichten (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 39). Sie wissen aus Erfahrung, dass die Dynamik, die in der Erforschung der menschlichen Evolution steckt, die MaturantInnen besonders anspricht und sie für dieses Thema begeistert. Weiters interessieren sich die GymnasiastInnen vor allem für die Unterschiede zwischen den Menschenaffen und dem modernen Menschen sowie für die Unterschiede der heute lebenden menschlichen Populationen. Die Einbindung der SchülerInnen in den Unterricht und das selbstständige Arbeiten in dieser Materie wäre, mit diesem Resultat im Hintergrund, durchaus leicht möglich. Die Eigenständigkeit bei der Erarbeitung des neuen Wissens fördert das Interesse der SchülerInnen bestätigt eine Lehrkraft aus Wiener Neustadt (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 41). Auch die Verwendung von Anschauungsmaterialien wie beispielsweise Abgüssen hominider Fossilien im Biologieunterricht wäre denkbar.

Die befragten Wiener BiologielehrerInnen sehen die Situation umgekehrt (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 39). Sie sind auf Grund ihrer langjährigen Erfahrung der Ansicht, dass die SchülerInnen an menschlicher Evolution nicht interessiert sind. Bei den Wiener SchülerInnen zeigen jedoch $\frac{3}{4}$ der Befragten Interesse an dieser Thematik. Im Sample der vorliegenden Studie sind es 22.29% der SchülerInnen, die sich nicht für das Thema menschliche Evolution begeistern, wovon allerdings die meisten aus der Steiermark kommen (siehe Tabelle 6). Da für diese Studie keine steirischen BiologielehrerInnen befragt wurden, ist es schwer abzuschätzen, ob dieses Ergebnis mit der Meinung von LehrerInnen aus der Steiermark konform geht. Fraglich bleibt, ob dafür die Gestaltung des Unterrichts oder das generelle Desinteresse an Evolution verantwortlich ist. Allerdings sinkt mit dem Interesse am Biologieunterricht auch das Interesse an der menschlichen Evolution (siehe Tabelle 7). Diese könnte für die LehrerInnen ein Ansporn sein, auch die wenigen, kaum interessierten SchülerInnen für dieses Thema zu begeistern.

Es ist zu beobachten, dass sich mehr GymnasiastInnen für die menschliche Evolution interessieren (75.80 %) als für Biologie allgemein (die Antworten „sehr interessant“ und „interessant“ ergeben in Summe einen Wert von 66.25%, siehe Abbildung 13). Aus diesem Grund allein scheint es schon empfehlenswert, im Biologieunterricht der Oberstufe der menschlichen Evolution einen höheren Stellenwert zuzuweisen.

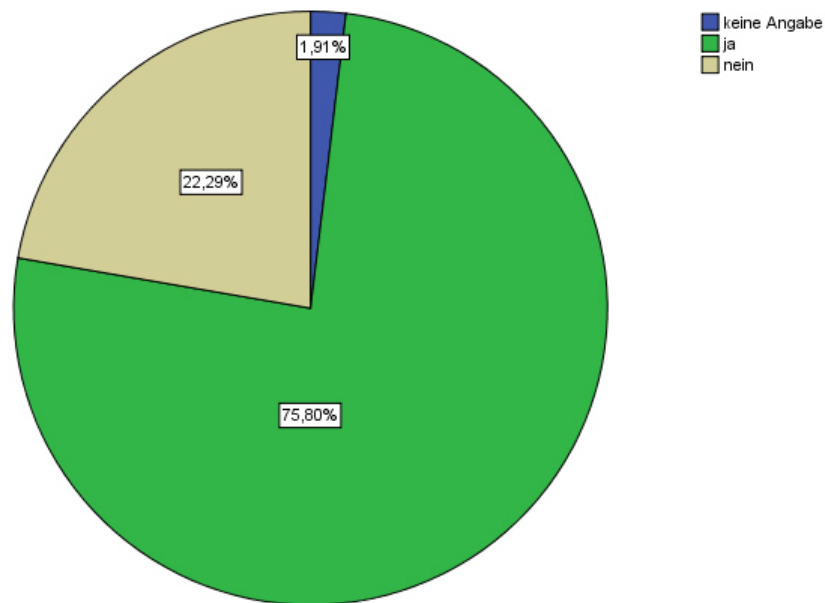


Abbildung 14. Interesse an menschlicher Evolution.

Tabelle 6. Bundesland vs. Interesse an menschlicher Evolution.

% von Bundesland der Bildungseinrichtung

		Interesse am Thema menschliche Evolution		
		Keine Angaben	ja	nein
Bundesland der Bildungseinrichtung	Wien	3,85%	75,00%	21,15%
	Oberösterreich		86,96%	13,04%
	Niederösterreich	2,78%	86,11%	11,11%
	Steiermark		63,04%	36,96%

Tabelle 7. Gestaltung Biologieunterricht vs. Interesse an menschlicher Evolution.

% von Gestaltung des Biologieunterrichts

		Interesse am Thema menschliche Evolution		
		Keine Angaben	ja	nein
Gestaltung des Biologieunterrichts	sehr interessant		91,67%	8,33%
	interessant		82,50%	17,50%
	weniger interessant	4,65%	65,12%	30,23%
	uninteressant	10,00%	30,00%	60,00%

3.3.6. Wissen über die menschliche Evolution

Der dritte Teil des Fragebogens befasst sich mit dem Wissen der MaturantInnen über die menschliche Evolution. Wie schon im Methodenkapitel angedeutet, ist es allerdings nicht möglich zu rekonstruieren, ob dieses Wissen in der Schule erworben oder von den SchülerInnen selbstständig erarbeitet wurde. Die Fragen sind dem Niveau einer AHS entsprechend formuliert und zielen auf ein Grundverständnis der menschlichen Evolution ab. Ein vertieftes Wissen ist zu ihrer Beantwortung nicht notwendig, es geht vielmehr um einige wichtige "Eckdaten" unserer Menschwerdung, wie beispielsweise wann der erste moderne Mensch entstand oder was die wichtigsten Veränderungen, die unsere Art kennzeichnen, waren. Es gibt je nach Frage eine oder mehrere Antwortmöglichkeiten, die als "richtig" gewertet werden. Daraus wird ein Gesamtwert errechnet, der angibt, wie viele richtige Antworten gegeben wurden. Die Höchstanzahl der zu erreichenden Punkte beträgt 12. Der Gesamtscore wurde herangezogen, um die Hypothesen H1 bis H8 zu prüfen.

11. Frage:

Was waren die entscheidenden Veränderungen im Lauf der letzten Millionen Jahre, die uns Menschen kennzeichnen?

Aus Abbildung 15 ist ersichtlich, dass die meisten der befragten MaturantInnen (38.85%) drei von vier richtigen Antworten wiedergaben. Als nächstes folgen diejenigen, die alle richtigen Antworten ankreuzten (29.3%), danach die, die zwei Antworten richtig hatten, gefolgt von den MaturantInnen, die nur eine Antwort korrekt auswählten. Lediglich 2.5% der befragten GymnasiastInnen konnten sich für keine richtige Antwortmöglichkeit entscheiden.

Die größte Gruppe der MaturantInnen konnte drei von vier richtigen Antworten wiedergeben. Obwohl dieses Resultat einen guten Ansatz bietet und vermuten lässt, dass die Ausbildung in Hominidenevolution in den Schulen gewährleistet ist, bedarf es dennoch einer intensiveren Beschäftigung mit diesem Thema im Biologieunterricht. Es ist verständlich, dass nie hundert Prozent der Befragten alle richtigen Antworten wiedergeben können.

Die genaue Aufschlüsselung der Häufigkeiten der einzelnen gewählten Antworten wird im Folgenden behandelt.

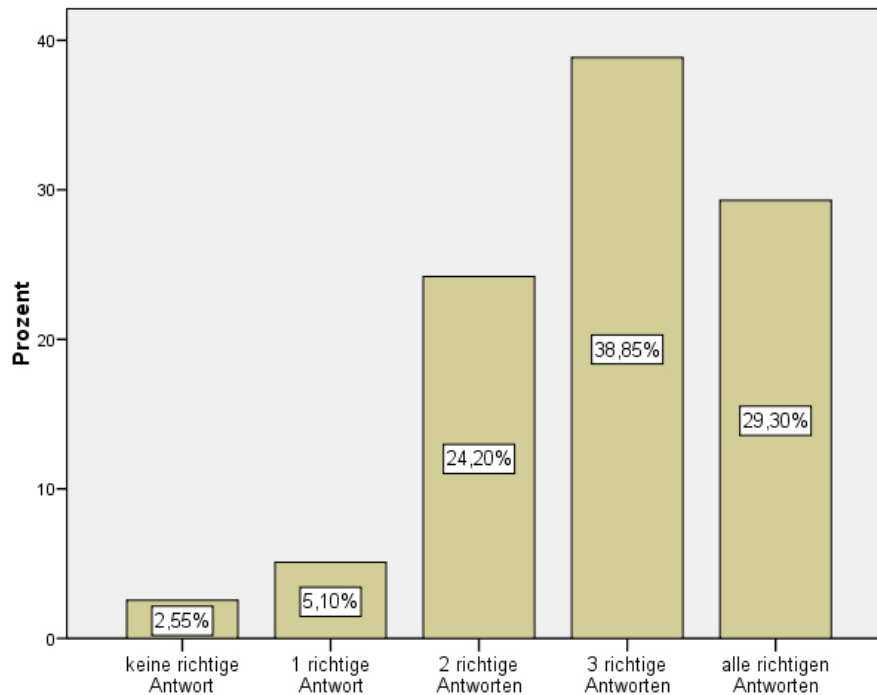


Abbildung 15. Häufigkeiten der richtigen Antworten auf Frage 11.

Am häufigsten wurden von den MaturantInnen die richtigen Antworten „aufrechter Gang“, „Entwicklung der Sprache“ „Gehirnvergrößerung“ und, mit deutlichem Abstand, „Veränderungen des Kauapparates“ gewählt. Daraus ist abzuleiten, dass die befragten GymnasiastInnen einigermaßen in der Lage sind, evolutionäre Veränderungen richtig zuzuordnen. Ob sie dieses Wissen im Unterricht erworben haben oder sich auf Grund ihrer persönlichen Begeisterung für Hominidenevolution privat näher mit der Materie beschäftigten, ist nicht zu klären. Alle richtigen Antworten konnten von knapp einem Drittel der befragten MaturantInnen wiedergegeben werden. Unter Umständen könnte dieser Prozentsatz gesteigert werden, wenn das Verständnis der SchülerInnen für die Morphologie gefördert und so die wichtigsten anatomischen Veränderungen des modernen Menschen besser vermittelt werden könnten beispielsweise durch vermehrte Anwendung von Anschauungsmaterialien und fächerübergreifenden Unterricht.

Tabelle 8. Häufigkeiten der einzelnen gewählten Antwortmöglichkeiten.

		Antworten	
		N	Prozent
\$Menschwerdung(a)	aufrechter Gang	149	29,86%
	Stereoskopos Sehen	7	1,40%
	Veränderungen des Kauapparates	56	11,22%
	Gehirnvergrößerung	107	21,44%
	Säugen des Nachwuchses	6	1,20%
	Entwicklung der Sprache	139	27,86%
	Ausbildung einer Wirbelsäule	35	7,01%

a Dichotomie-Gruppe tabellarisch dargestellt bei Wert 1.

Positiv ist jedenfalls, dass evolutionäre Entwicklungen, die weit vor der Entwicklung von Homininen einsetzten, auch größtenteils als solche erkannt wurden (stereoskopos Sehen, Säugen, Entstehung einer Wirbelsäule). Dennoch wurden diese Antworten von einigen SchülerInnen gewählt. Es ist verwunderlich, dass MaturantInnen, die zumindest sechs Unterrichtsjahre in Biologie hatten (vier Jahre in der Unterstufe, mindestens zwei Jahre in der Oberstufe), der Ansicht sind, dass das „Säugen des Nachwuchses“, „stereoskopos Sehen“ und der Besitz einer „Wirbelsäule“ Eigenschaften sind, die dem Mensch vorbehalten sind. 7% der GymnasiastInnen sehen beispielsweise die Ausbildung einer Wirbelsäule als ein Merkmal an, das exklusiv unserer Menschenlinie zugeordnet werden kann. Die Auswahl dieser Antwortmöglichkeit erweckt den Anschein, dass die allgemeine Evolution und Anatomie im Unterricht nicht oder nur sehr wenig behandelt wird. Das Ergebnis erstaunt umso mehr wenn bedacht wird, dass selbst jene, die nur einmal ihr Haustier gestreichelt haben, eigentlich entdeckt haben müssten, dass Katze, Hase, Hund oder Meerschwein eine Wirbelsäule besitzen. Möglicherweise fällt es jenen SchülerInnen nur schwer, eine Verbindung von bekanntem Wissen mit dem Thema Evolution herzustellen und einen Konnex zu einem übergeordneten Systematikbegriff (Wirbeltiere) herzustellen.

Die Antworten „Säugen des Nachwuchses“ und „stereoskopos Sehen“ zweier MaturantInnen waren vielleicht nicht ernst gemeint oder wurden nicht verstanden. Vielleicht wurde an einen größeren zeitlichen Rahmen gedacht und die Frage gedeutet als: „Was waren die entscheidenden Veränderungen, die Säugetiere oder Primaten kennzeichnen?“. Auch diese Antworten unterstreichen die Bedeutung der hierarchischen Einordnung von Begriffen.

12. Frage:

Was ist das dem Menschen am nächsten verwandte Tier?

Abbildung 16 ist zu entnehmen, dass die Mehrheit der MaturantInnen der Ansicht ist, dass der „Schimpanse“ mit dem Menschen am nächsten verwandt ist. Die Wahl dieser Antwort ist korrekt, rund 70% der SchülerInnen sind so weit mit dem Thema der menschlichen Evolution vertraut, dass sie das erkennen. Die zweithäufigste Option „Gorilla“ (12.74%) ist nur knapp am Ziel vorbei. Diese andere afrikanische Menschenaffenart ist tatsächlich die nächste in unserer Verwandtenreihe nach den Schimpansen (um das Thema nicht unnötig zu Verkomplizieren, lassen wir hier die Differenzierung zwischen dem Gemeinen Schimpansen und dem Zwergschimpansen bei Seite). Zusammen mit den asiatischen Menschenaffen, die heutzutage ausschließlich durch den Orang-Utan repräsentiert werden, gehören sie der Familie der großen Menschenaffen an. Der Pavian aus der Familie der Meerkatzenverwandten, der mit uns schon weiter entfernt als Menschenaffen verwandt ist, wird von 2.55% der Interviewten als nächster Verwandter identifiziert. Zusammengenommen ist immerhin rund 86% der MaturantInnen klar, dass nur ein Angehörigen unserer eigenen Ordnung, der Primaten, als nächster Verwandter in Frage kommt. Die meisten SchülerInnen wissen also, dass der Mensch mit den Affen enger als mit jedem anderen Tier verwandt ist.

Nur wenige der befragten GymnasiastInnen (5.1%) geben an, dass der Mensch nicht vom Tier abstamme. Ob dies tatsächlich die Meinung der SchülerInnen widerspiegelt oder als Provokation oder Belustigung gedacht war, ist bei solchen Befragungen immer unklar. Sollten dies ernsthafte Antworten sein, so weisen sie darauf hin, dass jede(r) 20. Maturant(in) der Ansicht ist, dass der Mensch nicht aus einem evolutiven Prozess hervorging, sondern in seiner heutigen Erscheinungsform von Gott geschaffen wurde. Ein interessanter Befund der lohnt, in Zukunft weiter verfolgt zu werden, würde doch ein zukünftiger Anstieg ein Indiz für einen schleichenden Übergreif des in den USA populären Kreationismus auf Europa darstellen.

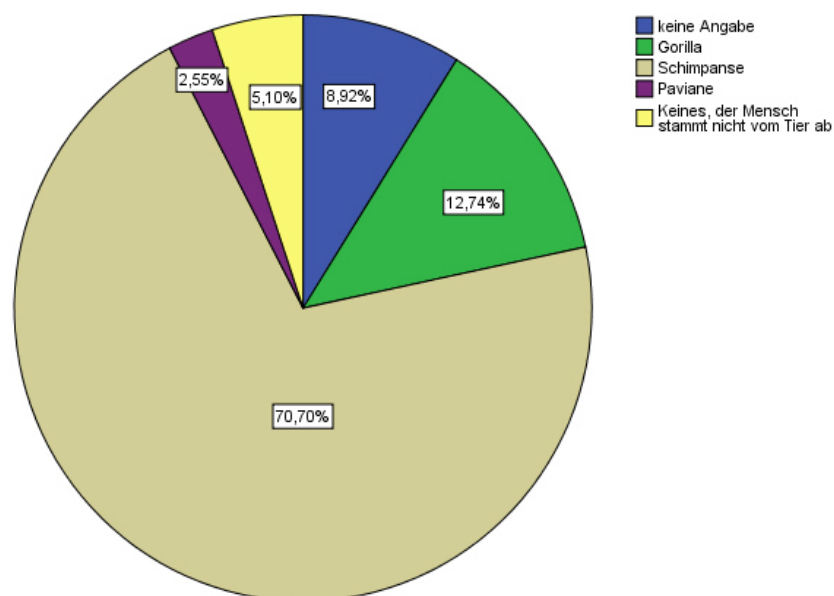


Abbildung 16. Nächster Verwandter des modernen Menschen.

13. Frage:

Wann entstand der moderne Mensch, der von uns anatomisch kaum zu unterscheiden ist?

In Abbildung 17 sind die Antworten auf die Frage nach dem Zeitraum der Entstehung des anatomisch modernen Menschen (in der Fachliteratur als "anatomically modern *Homo sapiens*" bezeichnet) dargestellt, also nach der letzten Entwicklungsstufe des Menschen, der wir zweifellos entstammen und die von uns heutigen Menschen vom Skelett her kaum zu unterscheiden ist (im Gegensatz zu Neandertalern oder dem *Homo erectus*). Große Ratlosigkeit herrscht bei gut einem Viertel der SchülerInnen (26.75%), die diese Frage gar nicht beantworteten. Die konkrete Antwort „50 000 Jahre“ wurde von den GymnasiastInnen am häufigsten gewählt. Womöglich liegt es daran, dass der moderne Mensch, der ungefähr vor 200,000 Jahren in Afrika entstand, ungefähr vor 40,000 Jahren nach Europa einwanderte und mit dem Neandertaler koexistierte (beispielsweise Finlayson, 2005). Generell gibt es eine Tendenz, die Existenz unserer eigenen Art zeitlich zu unterschätzen. Zwar sind es nur die wenigsten der GymnasiastInnen, die das Alter des anatomisch modernen Menschen auf „1000 Jahre“ schätzen (was beispielsweise bedeuten würde, dass Aristoteles, Julius Caesar oder Jesus Christus keine anatomisch modernen Menschen gewesen wären), doch auch immerhin fast 16% entscheiden sich für die Antwort „10000 Jahre“. Möglicherweise deshalb, weil ungefähr zu dieser Zeit die neolithische Revolution begann, der Übergang von den bis dahin traditionellen Jäger-Sammler-Gesellschaften zu produzierenden Wirtschaftsweisen wie Ackerbau und Viehzucht (beispielsweise Weisdorf, 2005). Die richtige Antwort, „200 000 Jahre“, wurde nur von einem Zehntel (10.19%) der MaturantInnen gewählt.

So wenig Wissen von frischgebackenen Allgemeinbildeten in einer so zentralen Frage der Menschwerdung verblüfft einerseits. Auf der anderen Seite darf nicht unerwähnt bleiben, dass der Zeitpunkt der Entstehung des anatomisch modernen Menschen gerade im letzten Jahrzehnt immer wieder korrigiert wurde (beispielsweise White et al. 2003, McDougall et al. 2005, siehe auch Anhang). Der Verdacht liegt hier nahe, dass wissenschaftliche Erkenntnisse aus diesem Jahrzehnt nur schwer ihren Weg in die Klassenzimmer finden. Da die Schulbücher nur im Zuge einer Änderung des Lehrplans aktualisiert werden sind sie dadurch nicht immer auf dem neuesten Wissensstand, erklären Prof. Hödl und Holey (siehe Kapitel 3.1., Seite 30). Weiters lassen die erhaltenen Antworten bei dieser Frage den Schluss zu, dass geologische und biologische Zeiträume für die SchülerInnen offensichtlich etwas schwer vorstellbar sind.

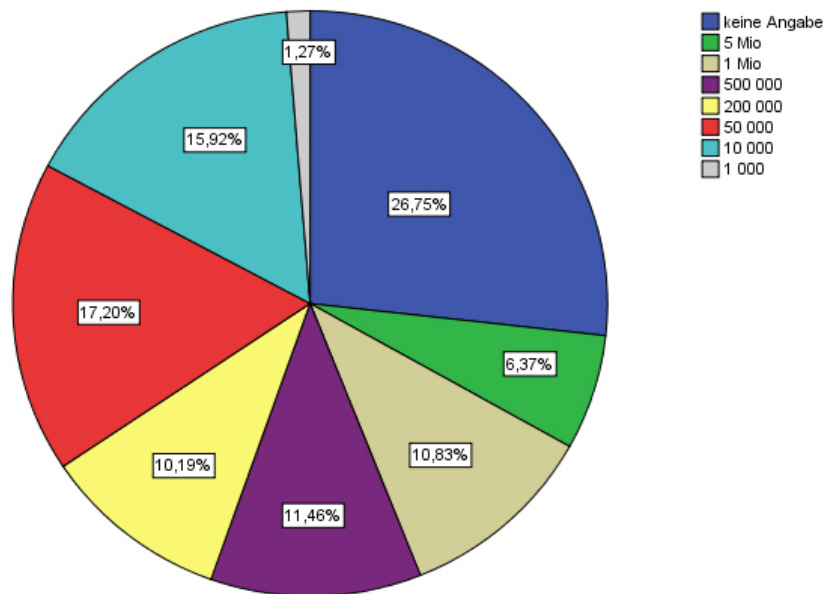


Abbildung 17. Vor wie vielen Jahren entstand der anatomisch moderne Mensch.

14. Frage:

Was ist der älteste bisher bekannte Hominide (Urahn des Menschen)?

Wie aus Abbildung 18 ersichtlich ist, geben die meisten MaturantInnen (26.11%) *Homo erectus* als ältesten bekannten Vorfahren des modernen Menschen an. Die beiden Spezies *Australopithecus africanus* und *Australopithecus afarensis* (beispielsweise die allseits bekannte Lucy) folgen auf Platz zwei und drei. Der Neandertaler, der wahrscheinlich bekannteste unserer ausgestorbenen Verwandten, wird von 8.28% der MaturantInnen als unser ältester, fossil belegter Vorfahre angesehen. Die richtige Antwort, *Sahelanthropus tchadensis*, wurde nur von zwei (1.27%) SchülerInnen angekreuzt.

Der Stand der Wissenschaft war auch auf diesem Gebiet einem starken Wandel unterworfen. Allein in den letzten zehn Jahren wurde die Antwort auf diese Frage zweimal korrigiert (und ist nach wie vor umstritten). Im Jahr 2000 tauchte der sogenannte Milleniummann auf (*Orrorin tugenensis*, Senut et al., 2001, siehe auch Kapitel 1.2., Seite 7 und Anhang), der älteste (~ 6 Millionen Jahre) bis dahin gefundene mögliche Vorfahre der Menschen. Zwei Jahre später wurde *Sahelanthropus tchadensis* beschrieben (Brunet et al., 2002, siehe auch Kapitel 1.2., Seite 5 und Anhang). Der rund 7 Millionen Jahre alte Fund machte Schlagzeilen in allen Medien wie sein Vorgänger Orrorin und gilt bis heute als der älteste mögliche Vorfahre der Menschheit. Nicht einmal zwei Prozent oder nur jede(r) 50. Maturant(in) der österreichischen allgemeinbildenden Schulen wissen wenigstens eines dieser beiden Fossilien korrekt einzuschätzen. Für die SchülerInnen ist es offensichtlich schwer, auf dem aktuellen Stand zu sein. Sie lernen, falls die LehrerInnen ihnen nichts Gegenteiliges offerieren, veraltetes Wissen aus den Schulbüchern. Zumindest sind die MaturantInnen aber mit einigen taxonomischen Begriffen, die seit fast 100 Jahren bekannt sind, vertraut, also beispielsweise mit *Australopithecus africanus* oder *Homo erectus*. Jedoch sind sie nicht in der Lage, die unterschiedlichen ausgestorbenen Hominiden zeitlich einzuordnen. Womöglich wählen sie daher den ihnen bekanntesten Hominiden aus (*Australopithecinen*, *Homo erectus*, Neandertaler). Die häufigste von den MaturantInnen gewählte Antwort, *Homo erectus*, überrascht dann nicht, wenn wir annehmen, dass die Frage häufig missverstanden wurde. Diese Spezies trägt bereits den Gattungsnamen *Homo* und wird so vielleicht mit dem ältesten menschlichen Urahn assoziiert (vielleicht auch weil der Begriff "Hominide" nicht korrekt eingeordnet werden kann). Der Neandertaler wurde von den SchülerInnen vielleicht deshalb verhältnismäßig oft als Antwort wiedergegeben (8.28%), weil die MaturantInnen die Frage auch hier missverstanden. Sie könnten die Frage als nach dem *nächsten* und nicht nach dem *ältesten* Verwandten des modernen Menschen interpretiert haben.

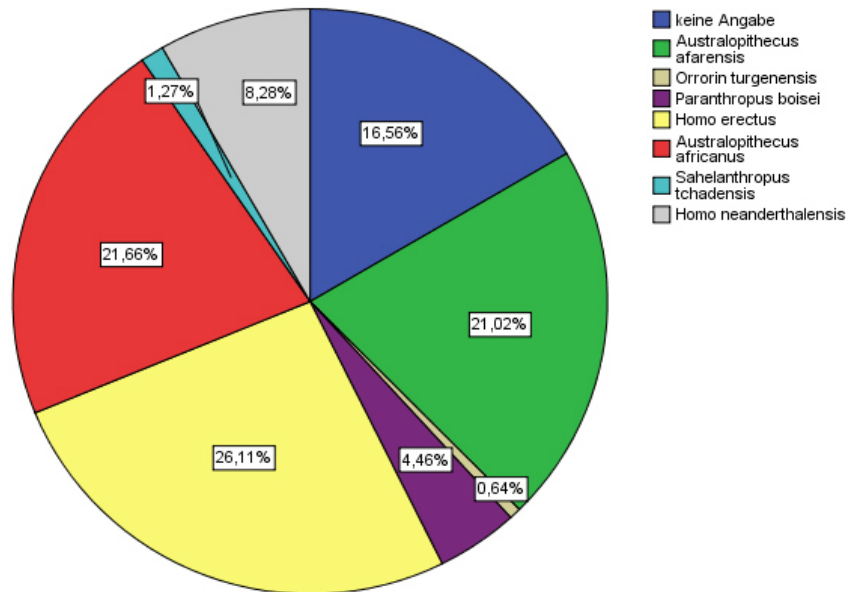


Abbildung 18. Ältester bekannter Vorfahre des modernen Menschen.

15. Frage:

Was ist zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Gehirnes wichtiger?

Mehr als drei Viertel der MaturantInnen (78.98%) ist der Meinung, dass die „relative Gehirngröße“ entscheidender für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Gehirns ist und beantwortete die Frage damit korrekt (Abb. 19). Aus den Resultaten ist ersichtlich, dass sich die SchülerInnen im Unterricht mit der Gehirnvergrößerung im Laufe der Menschheitsgeschichte beschäftigten. Die relative Gehirngröße und die damit einhergehende Leistungsfähigkeit des Gehirns des modernen Menschen sind mit ausschlaggebend für seine exklusive Stellung im Tierreich, was auch den meisten MaturantInnen bewusst ist. Interessant wäre, ob das gute Abschneiden bei dieser Frage damit zu tun haben könnte, dass dieses Thema vielleicht auch abseits der menschlichen Evolution im Unterricht vorkommt, etwa bei anderen Themen in der Biologie wie Encephalisation im Tierreich oder medizinischen Themen wie Gehirnfunktion. Leistungsfähigkeit von Gehirnen hat jedenfalls einen unmittelbaren Bezug zum heutigen Leben. Dies könnte eine Anregung dafür sein, evolutive Prozesse im Unterricht in einen Kontext zu stellen zur heutigen menschlichen Existenz, um das Interesse der SchülerInnen zu wecken.

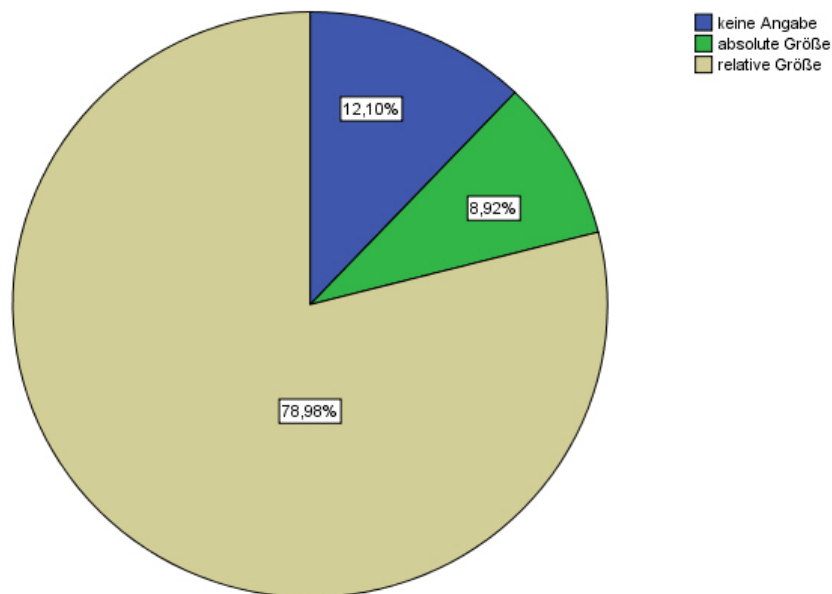


Abbildung 19. Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit des Gehirns.

16. Frage:**Robuste Australopithecinen ernährten sich hauptsächlich von?**

In Abbildung 20 sind die von den befragten MaturantInnen wiedergegebenen Antworten zur Ernährung der robusten Australopithecinen veranschaulicht. Die GymnasiastInnen, die eine Antwort geben, spalten sich in zwei ungefähr gleich große Lager. Ein Teil ist der Ansicht, dass sich robuste Australopithecinen (Paranthropinen) hauptsächlich von Fleisch ernährten. Der andere Teil gibt an, dass Insekten und Pflanzen die Hauptnahrungsquelle der Australopithecinen darstellten.

Da beide Antwortmöglichkeiten von den befragten SchülerInnen in etwa gleichhäufig gewählt wurden, legt dies eine eher zufällige Auswahl seitens der Befragten nahe. Robuste Australopithecinen wie *P. boisei* haben eine extrem außergewöhnliche Morphologie des Schädels und der Bezahnung. OH 5, der sogenannte "Nusknackermensch" aus Olduvai, Tanzania, ist ein oft dargestellter Hominide (auch in Medien und Museen), weil er die größten Backenzähne besitzt, die je bei einem Hominiden gefunden wurden. Auch der Schädel ist an enorme Beißkräfte angepasst (beispielsweise Knochenskamm in der Mitte des Hirnschädels). Diese anatomischen Veränderungen werden allgemein als Adaptationen an harte und zähe pflanzliche Ernährung gedeutet. Eine mögliche Erklärung für das fehlende Wissen der MaturantInnen ist, dass die Gattung der robusten Australopithecinen, die nur einen Seitenzweig der menschlichen Evolution darstellen, im Schulunterricht nicht oder nur oberflächlich behandelt werden und folglich auf ihre Ernährung ebenfalls nicht eingegangen wurde. Möglich ist auch, dass auf den Zusammenhang zwischen Ernährungsweise und Morphologie des Kauapparates seitens der LehrerInnen im Unterricht nicht eingegangen wurde.

Die Verwendung von Schädelabgüssen könnte in diesem Fall bedeutend vermutlich weiterhelfen. An Hand solcher Modelle müssten den GymnasiastInnen beim Betrachten des Gebisses und des Schädels der Paranthropinen relativ eindrucksvoll der Unterschied zu anderen Hominiden und die Adaptation an harte Nahrung auffallen. Mit Hilfe eines Arbeitsblattes könnten sie die unterschiedliche Morphologie der Zähne mit den unterschiedlichen Ernährungsgewohnheiten und auch Lebensräumen in Zusammenhang bringen.

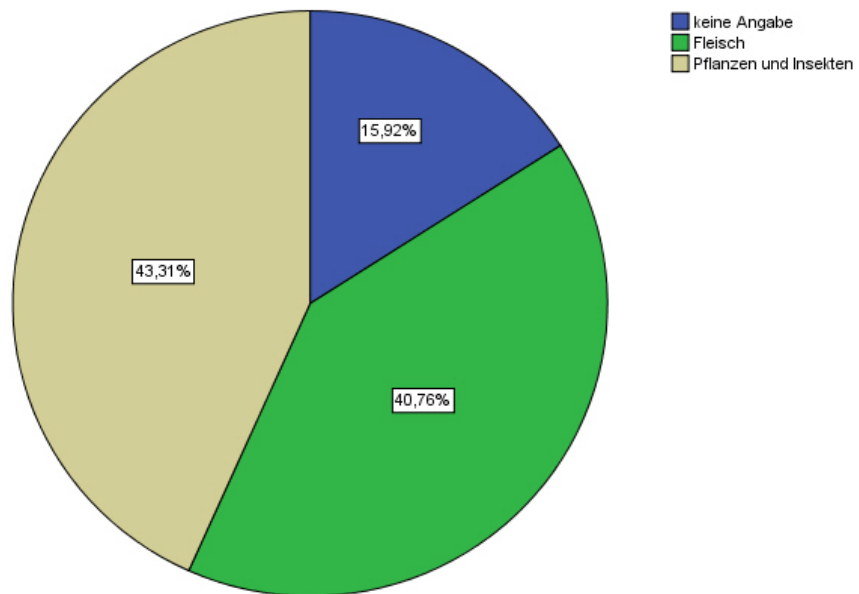


Abbildung 20. Ernährung Australopithecinen.

17. Frage:

Die Entstehung des aufrechten Gangs ist gekoppelt mit?

In Abbildung 21 wird ersichtlich, dass die meisten MaturantInnen, 40.76%, auf diese Frage zwei korrekte Antworten wiedergaben. Es folgt die Gruppe der GymnasiastInnen, die einmal richtig antworteten (26.11%). An dritter Stelle kommen diejenigen, die alle richtigen Antworten wählten (22.93%) und schlussendlich diejenigen, die keine korrekten Antworten wiedergaben (10.19%). Auch hier konnte, wie auch schon bei Frage 11, die größte Gruppe der MaturantInnen nicht alle richtigen Antworten wiedergeben, sondern nur fast alle, also zwei von drei richtigen Antworten. Dieses Ergebnis stellt einen guten Ansatz dar.

Die am häufigsten gewählten Antworten sind auch die korrekten. Dieses Ergebnis stellt eine gute Ausgangssituation dar. Es zeigt sich an dieser Stelle nämlich, dass diese Details im Unterricht zumindest angeschnitten werden. Eine Vertiefung dieser Materie sollte daher unter nicht allzu großem zusätzlichem Aufwand möglich sein.

Die prozentuelle Aufschlüsselung der gewählten Antworten folgt im nächsten Absatz.

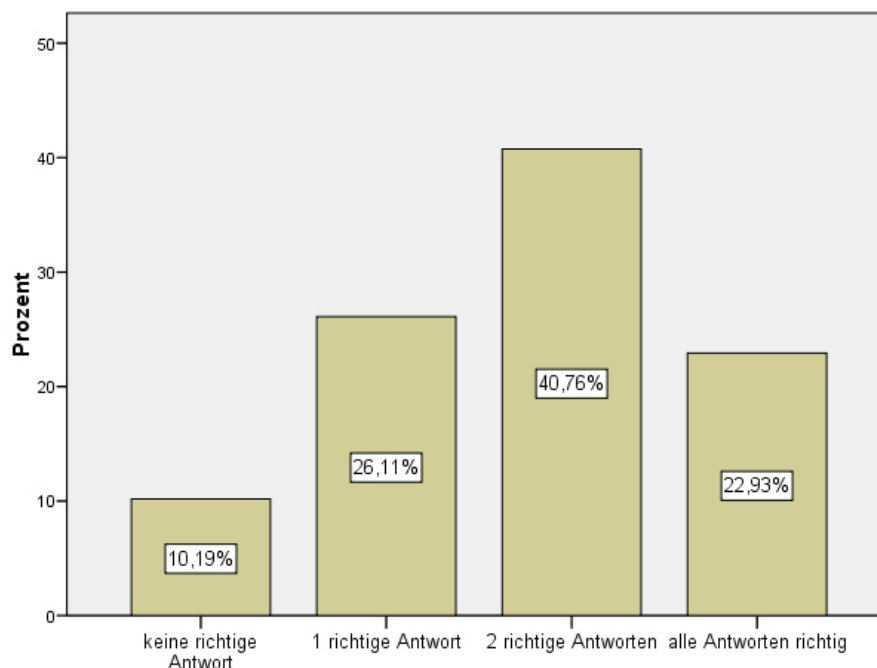


Abbildung 21.

Häufigkeiten richtige Antworten auf Frage 17.

Aus Tabelle 9 wird weiter ersichtlich, dass von den SchülerInnen am häufigsten die Antworten („Freiwerden der Hände“, „anatomische Veränderung der Wirbelsäule“ und „Anatomische Veränderungen des Beckens“) gewählt wurden, die auch korrekt sind. Die Werkzeugherstellung hingegen, die vierthäufigste Antwort, hat nichts mit der Entstehung des aufrechten Ganges zu tun.

Dennoch ist der Unterschied zwischen dieser und der Antwort „anatomische Veränderungen des Beckens“ nicht allzu groß. Lediglich 1.45 % trennt beide Antworten. Der aufrechte Gang kann gesichert für *Ardipithecus ramidus* (4,4 Millionen Jahre; White et al. 2009) nachgewiesen werden und ist auch hochwahrscheinlich für *Ororin* schon vor 6 Millionen Jahren (Pickford et al. 2002), eventuell auch vor 7 Millionen Jahren für *Sahelanthropus* (Zollikofer et al. 2005). Die ersten überlieferten Werkzeuge dagegen tauchen erst Millionen Jahre später (2.6-2.5) auf in Gona, Äthiopien (Semaw et al. 1997). Obwohl das Freiwerden der Hände vermutlich einen positiven Selektionseffekt auf die Entstehung der Bipedie hatte (beispielsweise auf das Nahrungs- und Brutpflegeverhalten), wurde die Werkzeugherstellung erst viel später erfunden. Dies ist einer der hartnäckigsten Irrglauben in der Bevölkerung, was die Evolutionsgeschichte des Menschen anbelangt. Häufig werden "aufrechter Gang" und "Werkzeugherstellung" zeitlich in denselben Topf geworfen. Dass gut allgemeingebildete Abgänger des österreichischen Schulsystems diesem Irrtum noch immer aufsitzen, lässt den Schluss zu, dass entweder deren LehrerInnen die Meilensteine der Evolutionsgeschichte nicht adäquat vermittelt haben, oder diese unter Umständen selbst nicht ausreichend informiert sind.

Tabelle 9. Häufigkeiten der einzelnen gewählten Antwortmöglichkeiten auf Frage 17.

		Antworten	
		N	Prozent
Bipedie	Freiwerden der Hände	103	29,86%
	Verbesserung des Gehörs	9	2,61%
	anatomische Veränderungen des Beckens	64	18,55%
	anatomische Veränderungen der Wirbelsäule	110	31,88%
	Herstellung von Werkzeugen	59	17,10%

a Dichotomie-Gruppe tabellarisch dargestellt bei Wert 1.

3.3.7. Bewertung des Wissens über Evolution nach schulüblichen Kriterien

Nach den im vorhergehenden Teil erläuterten Einzelresultaten der Wissensfragen soll an dieser Stelle eine Bilanz anhand jener Maßstäbe gezogen werden, nach denen üblicherweise Tests und Schularbeiten an österreichischen Schulen beurteilt werden.

In dem Fragebogen sind, wie oben dargestellt, sieben „Wissensfragen“ beinhaltet. Diese Fragen beziehen sich auf einige der wichtigsten "Eckdaten" unserer Menschwerdung. Wäre dieser Teil des Fragebogens nun ein Test im Biologieunterricht einer österreichischen allgemeinbildenden Schule gewesen würde folgender in Österreich üblicherweise angewandter Notenschlüssel zur Leistungsbeurteilung herangezogen (siehe Tabelle 10, Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Schulnote>, zuletzt abgerufen am 14.9.2011; BGBl. I Nr. 371/1974, § 14. (2)) werden.

Tabelle 10. Notenschlüssel.

Note	Prozent
Sehr gut	100-90
Gut	89-80
Befriedigend	79-64
Genügend	63-51
Nicht genügend	50-0

Nach Auswertung der Antworten zeigt sich folgendes Ergebnis:

Tabelle 11. Bewertung. Wissen über menschliche Evolution.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	sehr gut	3	1,9	1,9	1,9
	gut	1	,6	,6	2,5
	befriedigend	30	19,1	19,1	21,7
	genügend	27	17,2	17,2	38,9
	nicht genügend	96	61,1	61,1	100,0
	Gesamt	157	100,0	100,0	

Aus Tabelle 11 wird ersichtlich, dass 61% der SchülerInnen den fiktiven Test über das Thema menschliche Evolution nicht bestanden hätten (Note: nicht genügend), während lediglich 2% die Bestnote (sehr gut) erhalten hätten. Die Ergebnisse sind keiner regulären Schularbeit oder keinem Test gleichzusetzen, da die befragten SchülerInnen keine Gelegenheit hatten, sich für diese

Überprüfung vorzubereiten. Andererseits sollte man bedenken, dass hier 1) nur eher einfache Fragen zu den wirklich grundlegendsten und allerrelevantesten Themen gestellt wurden (der Schwierigkeitsgrad einer Biologieschularbeit oder eines -tests also kaum erreicht wurde), und dass 2) zwischen dem Zeitpunkt der vorliegenden Befragung und dem Zeitpunkt, zu dem das Thema im Unterricht behandelt wurde (laut Aussagen der LehrerInnen und aufgrund des Lehrplans), nur einige Wochen oder Monate lagen.

3.3.8. *Womit hängt der in menschlicher Evolution erzielt
Wissens-Score zusammen?*

Im vorangegangenen Abschnitt wurden die Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Antworten des Fragebogens präsentiert. Anschließend folgt nun die Überprüfung der Nullhypothesen mittels Mann-Whitney-Test. Sämtliche Nullhypothesen beziehen sich auf das Wissen der GymnasiastInnen über die menschliche Evolution und dessen Zusammenhang mit äußeren Variablen wie Schultyp, Anzahl der Jahre im Biologieunterricht, Verwendung von Anschauungsmaterialien, etc. Vor der Darstellung der Resultate der Hypothesenprüfung muss erläutert werden, dass der Wissensstand der MaturantInnen nicht nur durch eine, sondern durch Antworten auf mehrere Fragen repräsentiert wird. Insgesamt beinhaltete der Fragebogen sieben Fragen, die die menschliche Evolution behandelten. Jede richtige Antwort der SchülerInnen auf eine dieser Fragen wurde mit plus 1 kodiert. Wurde bei den Fragen mit Mehrfachantworten (11 und 17) jedoch eine falsche Antwort gegeben, wurde diese mit minus 1 kodiert. Dadurch ergab sich eine Punktezahl die in einer neuen Variablen, genannt „Score“, zusammengefasst wurde. Der Maximalwert betrug 12 (= 100% richtige Antworten). Nach der Berechnung der neuen Variablen wurden die zu Beginn des Kapitels formulierten Nullhypothesen mittels Mann-Whitney-Test geprüft und mittels Boxplot-Diagrammen grafisch veranschaulicht. Die Ergebnisse werden im Folgenden erläutert.

H1₀

SchülerInnen naturwissenschaftlicher Gymnasien lernen in der Schule nicht mehr über die menschliche Evolution als SchülerInnen anderer Schwerpunkt-Gymnasien – es gibt keinen Unterschied im Wissens-Score.

Zur Überprüfung der ersten Nullhypothese wurden die MaturantInnen in zwei Gruppen aufgeteilt. Von den ursprünglich 13 verschiedenen Schultypen wurden die naturwissenschaftlichen Gymnasien allen anderen Schwerpunktgymnasien gegenüber gestellt. Bei dieser Variablen konnten alle Fälle für die Auswertung herangezogen werden, es gab keine ungültigen Antworten.

Es konnte mittels Mann-Whitney-Test kein signifikanter Unterschied im Wissen über die Evolution des Menschen zwischen den von den befragten MaturantInnen besuchten Schulzweigengefunden werden ($Z=-0.633$; $p=0.526$). Auf Grund dieses Resultats wird $H1_0$ beibehalten, AbsolventInnen naturwissenschaftlicher Gymnasien erzielen keine besseren Ergebnisse als SchülerInnen anderer Schwerpunktschulen.

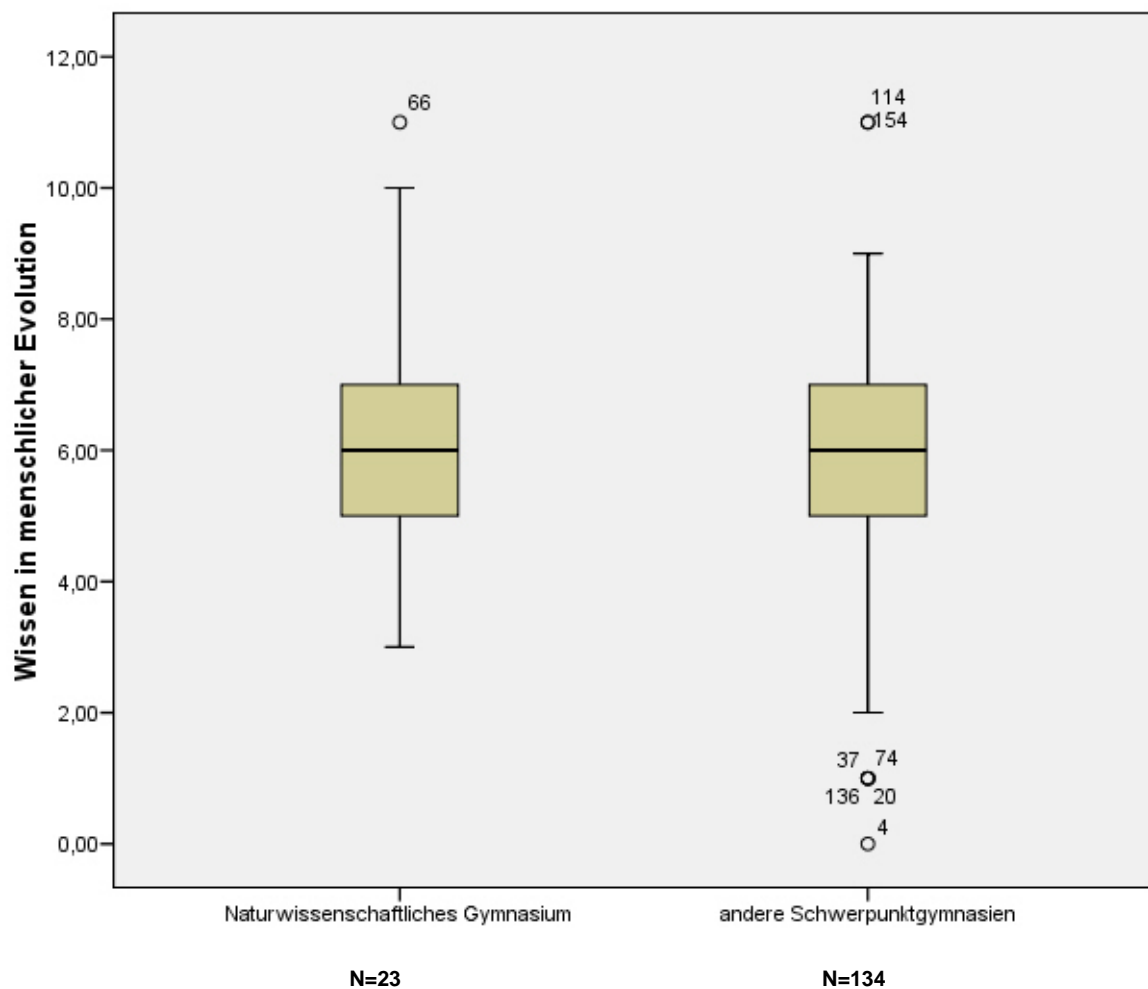


Abbildung 22. Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Schultyp.

H₂₀

GymnasiastInnen, die in der Oberstufe mehr Unterrichtsjahre in Biologie absolvierten, wissen nicht mehr darüber als GymnasiastInnen, die weniger Jahre Biologieunterricht hatten – es gibt keinen Unterschied im Wissens-Score.

Vor der Überprüfung der zweiten Nullhypothese wurden die GymnasiastInnen, analog der Vorgehensweise bei H₁₀, in zwei Gruppen aufgeteilt. SchülerInnen mit weniger (ein bis drei Jahre) Biologieunterricht in der Oberstufe wurden der ersten Gruppe zugeteilt, solche mit längerem (vier oder fünf Jahre) Biologieunterricht der zweiten Gruppe. Hier gab es, analog zu H₁₀ keine ungünstigen Fälle.

Es konnte mittels Mann-Whitney-Test kein signifikanter Unterschied im Wissen der MaturantInnen über die Evolution des modernen Menschen zwischen den Gruppen mit unterschiedlicher Anzahl der Unterrichtsjahre in Biologie festgestellt werden ($Z=-0.839$; $p=0.402$). H₂₀ wird daher ebenfalls beibehalten, die Anzahl der absolvierten Biologiejahre beeinflusst den Wissensscore nicht.

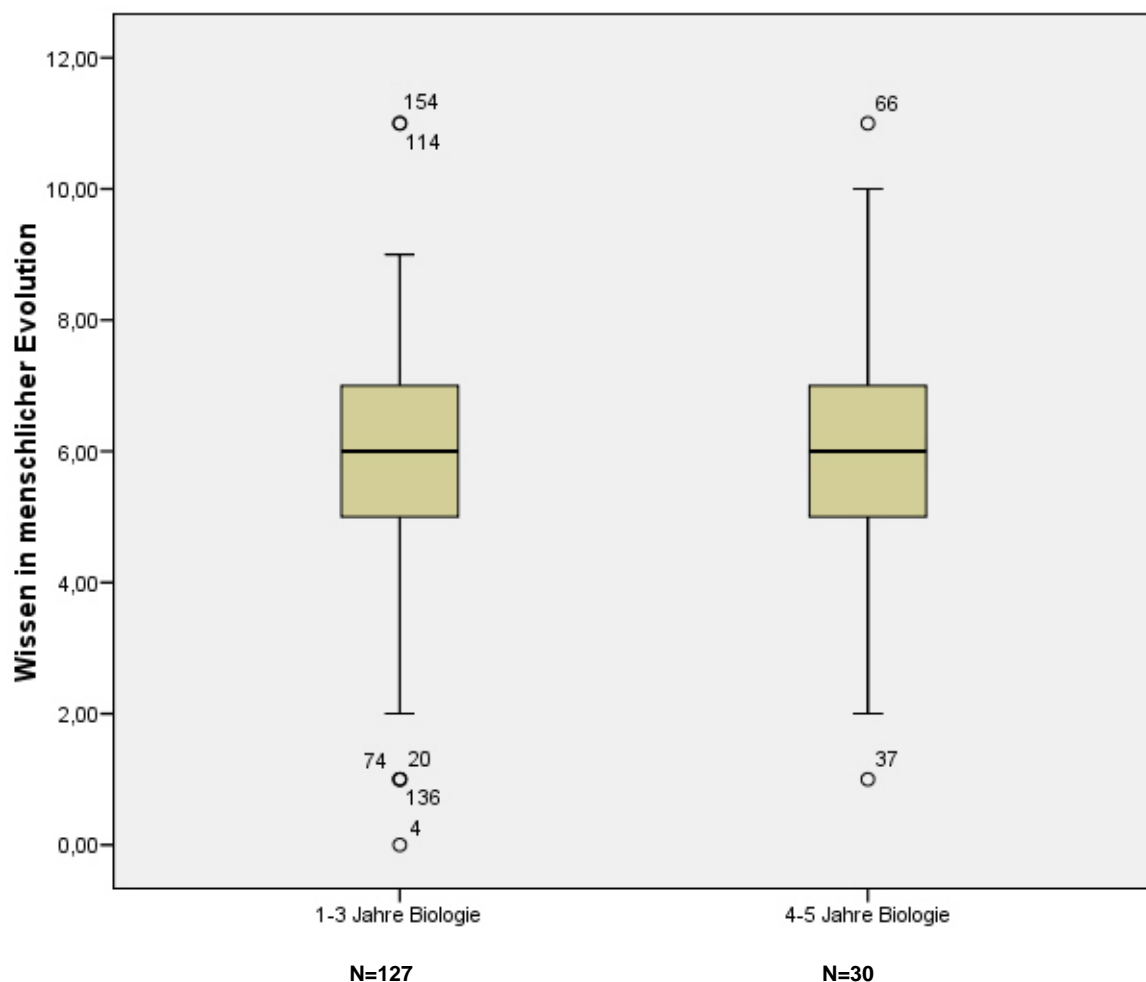


Abbildung 23. Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Anzahl der Unterrichtsjahre in Biologie.

H₃₀

SchülerInnen, die in der Schule etwas über die menschliche Evolution lernten, wissen nicht mehr darüber als diejenigen, die im Biologieunterricht nichts darüber hörten – es gibt keinen Unterschied im Wissens-Score.

Bei H₃₀ musste ebenfalls keine Reduktion der Antworten in zwei Gruppen erfolgen, da es auf die Frage nach dem Unterricht in menschlicher Evolution lediglich die Auswahlmöglichkeiten „ja“ oder „nein“ gab. Bei dieser Variablen waren 156 Fälle gültig, einer wurde, auf Grund fehlender Angabe, von der Analyse ausgeschlossen.

Es konnte mittels Mann-Whitney-Test kein signifikanter Unterschied im Wissen über menschliche Evolution zwischen den SchülerInnen, die etwas darüber im Unterricht erfuhren und jenen, die nichts darüber hörten, festgestellt werden ($Z=-0.716$; $p=0.474$). Die dritte H₀ wird daher beibehalten. Tendenziell erreichen jene MaturantInnen, die nichts über Hominidenevolution im Unterricht hörten, sogar leicht bessere Werte (erkenntlich am höheren oberen Quartil Q₃ im Boxplot Abbildung 24).

Das hier kein signifikanter Unterschied besteht, ist erstaunlich. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass diese Jugendlichen das Defizit seitens des Schulunterrichts selbständig durch Lesen von Büchern, Internetseiten und Magazinen auffüllten und so vielleicht sogar über ein aktuelleres Wissen verfügten, als SchülerInnen, denen aus veralteten Lehrbüchern vorgetragen wurde. Dies wäre eine interessante Fragestellung für zukünftige Untersuchungen.

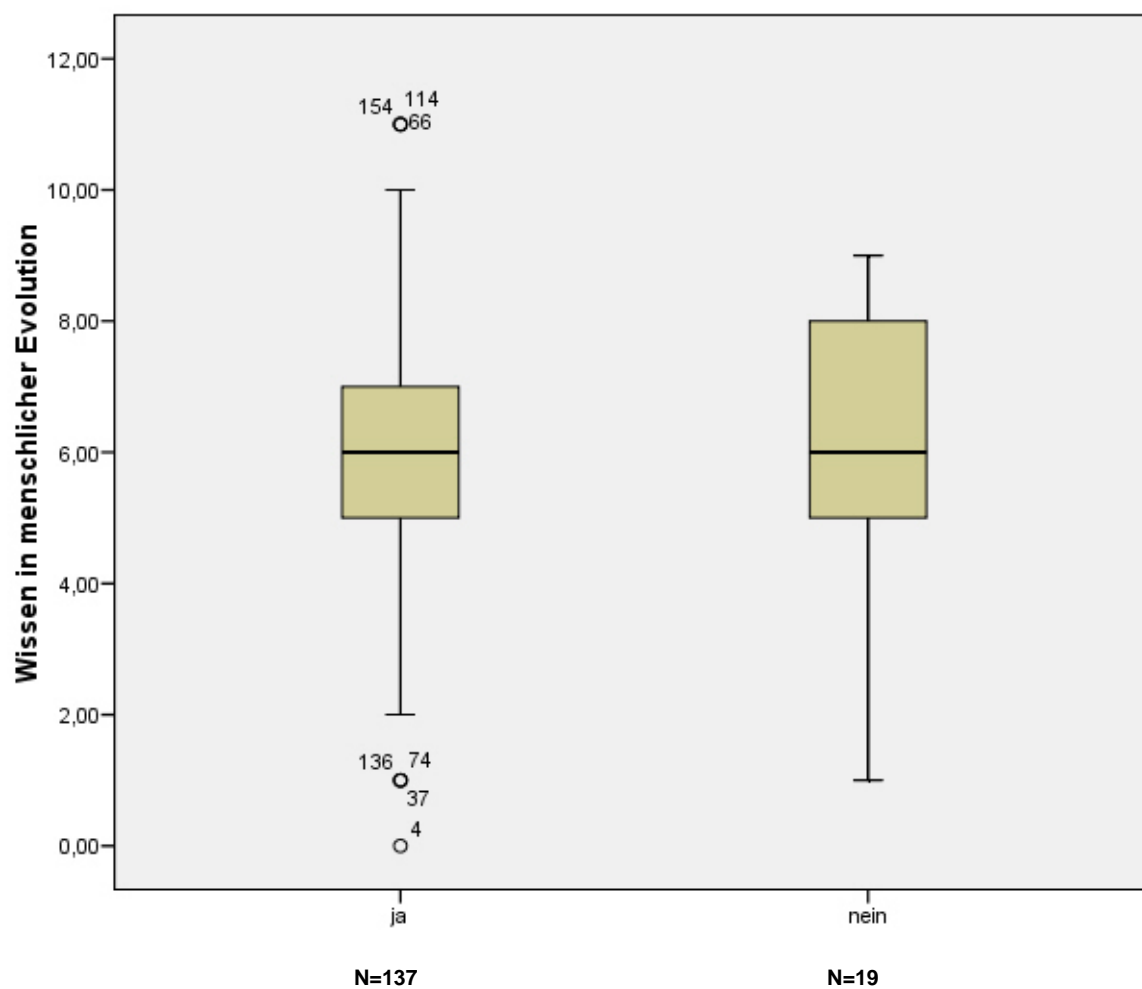


Abbildung 24. Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Unterricht in menschlicher Evolution.

H₄₀

SchülerInnen, die mehr Biologiestunden über die menschliche Evolution hatten, wissen nicht mehr darüber als SchülerInnen, die weniger Stunden über menschliche Evolution hatten – es gibt keinen Unterschied im Wissens-Score.

Für die Überprüfung der vierten Nullhypothese wurden die Antworten auf die Frage nach der Anzahl der Unterrichtsstunden über die menschliche Evolution wiederum in zwei Gruppen aufgeteilt. SchülerInnen der ersten Gruppe beschäftigten sich insgesamt zwischen ein bis vier Schulstunden mit Hominidenevolution, SchülerInnen der zweiten Gruppe widmeten sich in mehr Unterrichtsstunden diesem Thema. Es wurden nur die gültigen Fälle in die Wertung miteinbezogen. Daher mussten 23 Fälle ausgeschlossen werden, da diese SchülerInnen keine Angaben zur Anzahl der Biologiestunden machten. Die restlichen 134 Fälle waren gültig.

Es konnte mittels Mann-Whitney-Test kein signifikanter Unterschied im Wissen über die menschliche Evolution zwischen den Gruppen mit unterschiedlicher Anzahl der Unterrichtsstunden in menschlicher Evolution festgestellt werden ($Z=-0.374$; $p=0.708$).

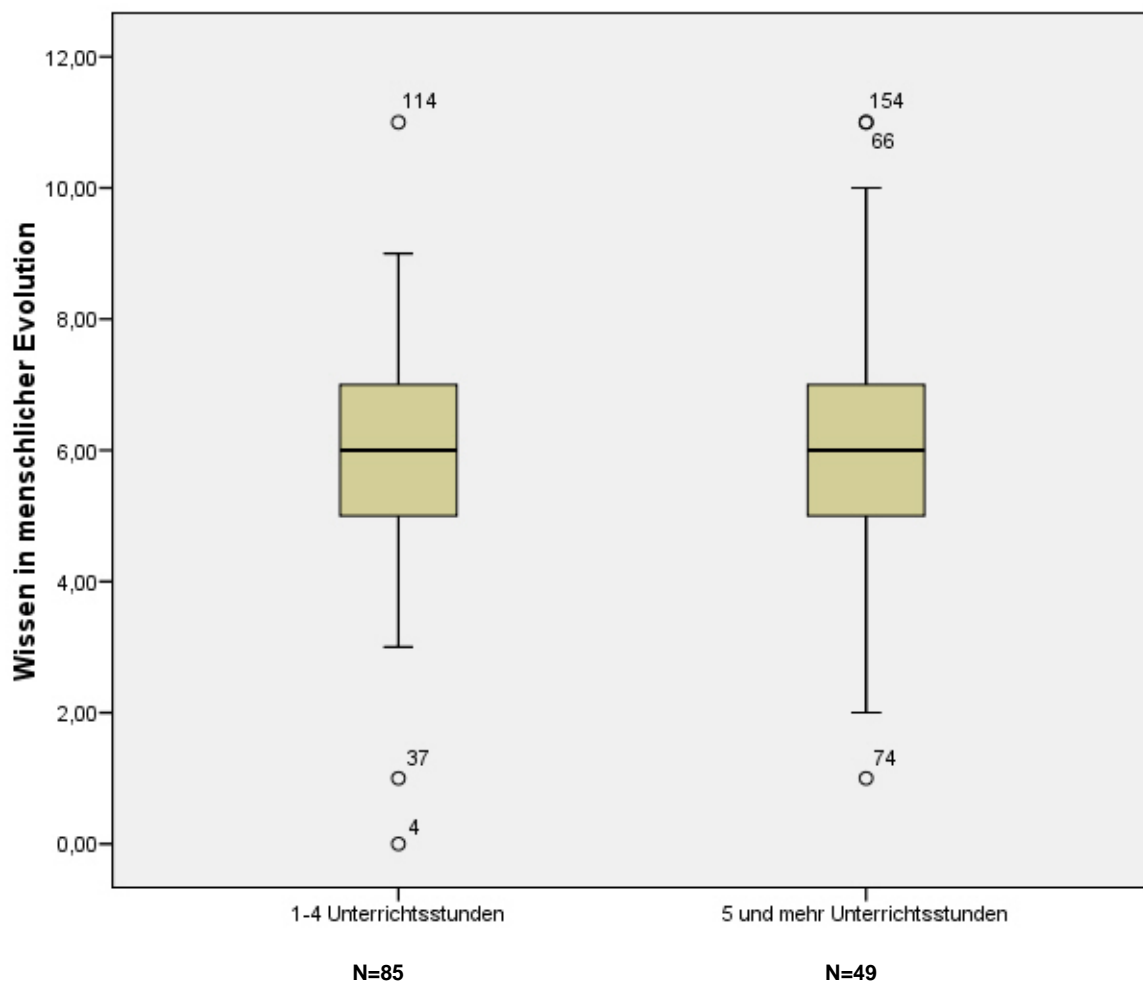


Abbildung 25. Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Anzahl der Unterrichtsstunden in menschlicher Evolution.

H_{4_0} wird deshalb beibehalten. Es zeigt sich kein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Biologiestunden in menschlicher Evolution und dem Wissen darüber.

H5₀

GymnasiastInnen, die im Biologieunterricht Anschauungsmaterialien verwendeten, wissen nicht mehr über Hominidenevolution, als diejenigen, die im Unterricht keine Lehrbehelfe verwendeten – es gibt keinen Unterschied im Wissens-Score.

Die in der fünften Nullhypothese untersuchte Variable „Verwendung von Lehrmitteln“ musste für die Analyse nicht weiter vorbereitet werden, da es auf diese Frage lediglich die Auswahlmöglichkeiten „ja“ oder „nein“ gab. Es wurden auch hier wieder nur die gültigen Fälle miteinbezogen, so dass ein Fall ausgeschlossen werden musste und die restlichen 156 für die Analyse herangezogen werden konnten.

Der Mann-Whitney-Test ergab einen signifikanten Unterschied im Wissen über die menschliche Evolution zwischen den Gruppen mit und ohne Verwendung von Anschauungsmaterialien im Biologieunterricht ($Z=-2.185$; $p=0.029$).

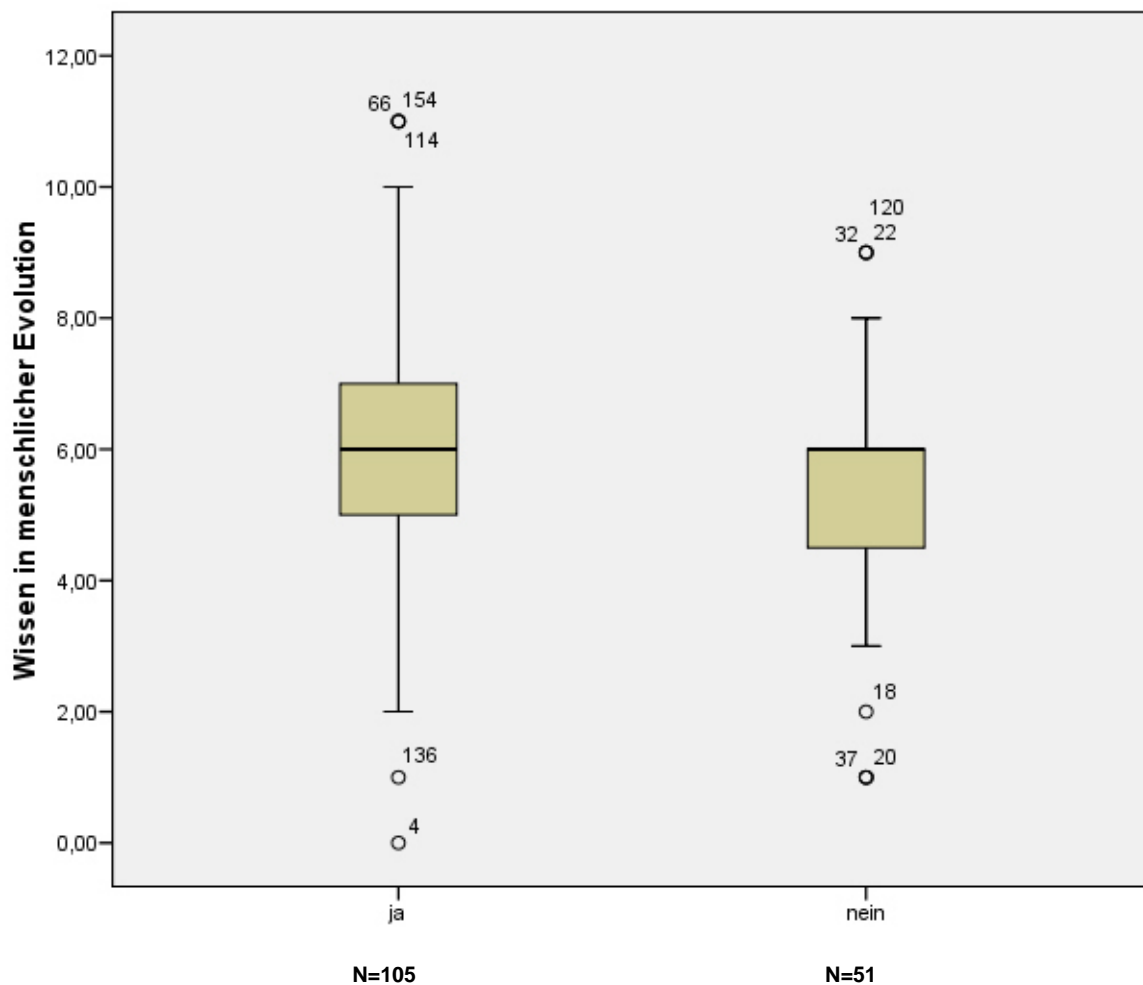


Abbildung 26. Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Verwendung von Anschauungsmaterialien.

H₅₀ muss auf Grund des Ergebnisses verworfen werden. Es zeigt sich also, dass die Verwendung von Anschauungsmaterialien das Wissen zum Thema "menschliche Evolution" deutlich positiv beeinflussen und somit steigern kann.

Tabelle 12. Deskriptive Statistik. Wissen über menschliche Evolution und Verwendung von Anschauungsmaterialien.

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Verwendung von Anschauungsmaterialien im Biologieunterricht	156	1	2	1,33	,471

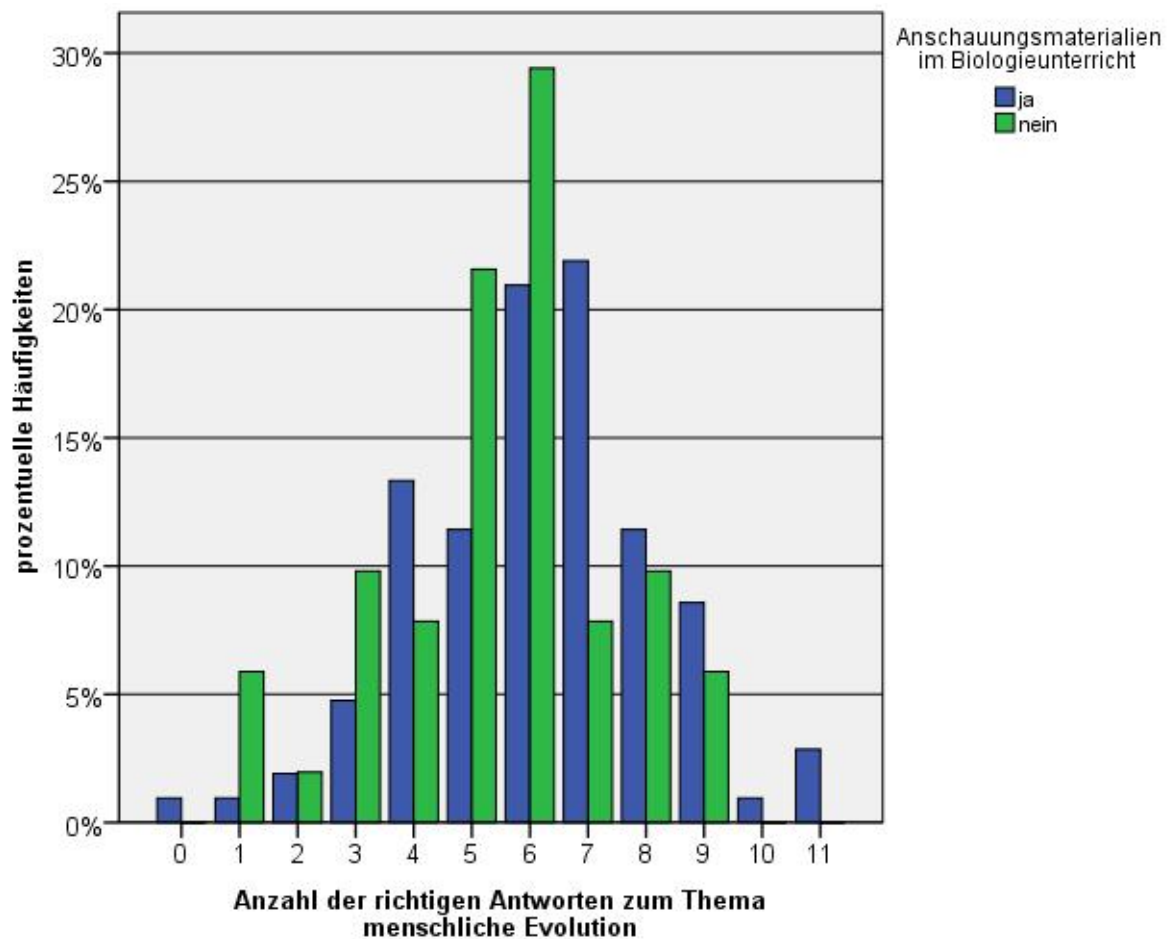
Tabelle 13. Mann-Whitney-Test. Wissen über menschliche Evolution und Verwendung von Anschauungsmaterialien.

	Anzahl der richtigen Antworten zum Thema menschliche Evolution
Mann-Whitney-U	2106,500
Wilcoxon-W	3432,500
Z	-2,185
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,029

a Gruppenvariable: Verwendung von Anschauungsmaterialien im Biologieunterricht

In Abbildung 27 werden die beiden Variablen Wissen in menschlicher Evolution und Verwendung von Anschauungsmaterialien noch einmal gegeneinander aufgetragen um einen besseren Eindruck davon zu bekommen, in welcher Beziehung diese beiden zueinander stehen.

Abbildung 27. Wissen in menschlicher Evolution und Verwendung von Anschauungsmaterialien.



An dieser Stelle sei noch einmal in Erinnerung gerufen, dass die in Wien arbeiteten interviewten LehrerInnen aussagten, kaum jemals Anschauungsmaterialien und somit auch Abgüsse fossiler Hominiden im Biologieunterricht zu gebrauchen. Aus Tabelle 14 wird hingegen ersichtlich, dass 80% der befragten Wiener SchülerInnen mit Unterrichtsbehelfen in Biologie konfrontiert waren. Aus diesem Grund kann die Aussage der BiologielehrerInnen aus Wien nicht als allgemein gültig angesehen werden. Die MaturantInnen aus der Steiermark hingegen verwendeten größtenteils (68.9%) keine zusätzlichen (das Schulbuchergänzende) Lehrmittel. Da für diese Studie aber keine Lehrkräfte aus der Steiermark interviewt wurden, kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden, dass sich dieses Ergebnis auch mit den Aussagen der in der Steiermark tätigen BiologieprofessorInnen deckt.

Tabelle 14. Kreuztabelle. Bundesland der Bildungseinrichtung und Verwendung von Anschauungsmaterialien.

			Verwendung von Anschauungsmaterialien im Biologieunterricht		Gesamt
			ja	nein	ja
Bundesland der Bildungs- einrichtung	Wien	Anzahl	42	10	52
		% von Bundesland der Bildungseinrichtung	80,8%	19,2%	100,0%
	Oberösterreich	Anzahl	17	6	23
		% von Bundesland der Bildungseinrichtung	73,9%	26,1%	100,0%
	Niederösterreich	Anzahl	32	4	36
		% von Bundesland der Bildungseinrichtung	88,9%	11,1%	100,0%
	Steiermark	Anzahl	14	31	45
		% von Bundesland der Bildungseinrichtung	31,1%	68,9%	100,0%
Gesamt		Anzahl	105	51	156
		% von Bundesland der Bildungseinrichtung	67,3%	32,7%	100,0%

H₆

GymnasiastInnen, die im Schulunterricht mit Abgüssen von Fossilien und modernen Hominoiden Kontakt hatten, wissen nicht mehr über die menschliche Evolution als diejenigen, die keine Abgüsse verwendeten – es gibt keinen Unterschied im Wissens-Score.

Bei der zu untersuchenden Variablen „Verwendung von Abgüssen“ standen den befragten MaturantInnen zwei Möglichkeiten zur Auswahl, nämlich „ja“, es wurden Abgüsse verwendet oder „nein“, es wurden solche Lehrmittel im Unterricht nicht gebraucht. Dadurch musste keine weitere Reduktion der Antwortmöglichkeiten in zwei Gruppen erfolgen.

Es konnte mittels Mann-Whitney-Test kein signifikanter Unterschied im Wissen über die Evolution des modernen Menschen zwischen den Gruppen festgestellt werden ($Z=-1.054$; $p=0.292$). Die Verwendung von Abgüssen von Fossilien und modernen Hominoiden im Schulunterricht führt nur tendenziell zu leicht verbesserten Resultaten (erkennlich am höheren oberen Quartil Q_3 im Boxplot Abbildung 28), dies könnte jedoch auch ein Zufallsartefakt sein.

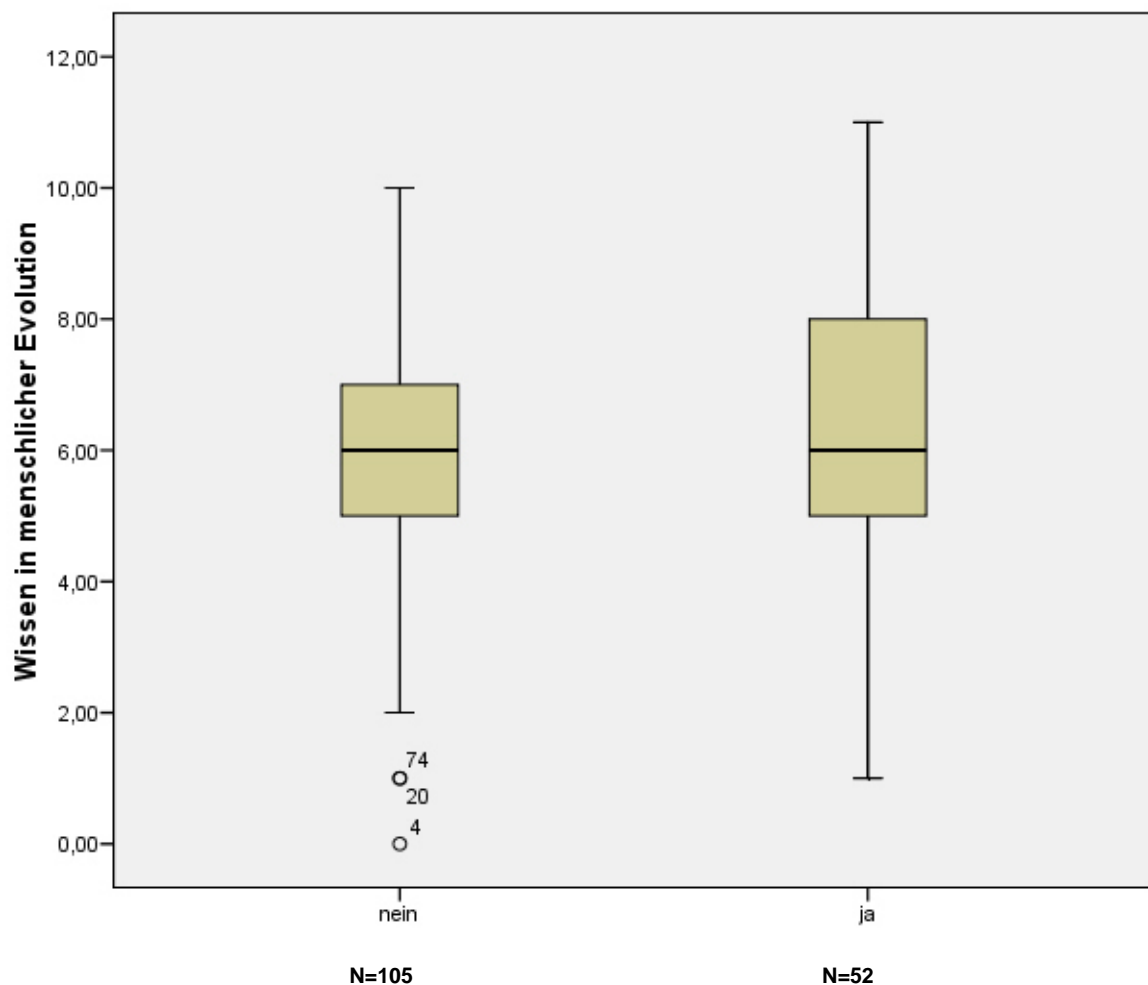


Abbildung 28. Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Verwendung von Abgüssen im Biologieunterricht.

Die vierte H₀ wird beibehalten. Es lässt sich kein Zusammenhang zwischen der Verwendung von Abgüssen im Unterricht und dem Wissen über Hominidenevolution erkennen.

H7₀

SchülerInnen, die Interesse am Biologieunterricht hatten, wissen nicht mehr über die menschliche Evolution als SchülerInnen, die wenig oder kein Interesse daran hatten – es gibt keinen Unterschied im Wissens-Score.

Zur Überprüfung der fünften Nullhypothese wurden die MaturantInnen, analog zur Vorgehensweise bei den vorangegangenen Hypothesen, in zwei Gruppen aufgeteilt. Die SchülerInnen, die am Biologieunterricht sehr oder, zumindest, interessiert waren, bildeten eine Gruppe. Die anderen, welche wenig bis kein Interesse daran zeigten, die zweite.

Es konnte mittels Mann-Whitney-Test kein signifikanter Unterschied im Wissen über die Evolution des Menschen zwischen den am Biologieunterricht interessierten und den nicht interessierten MaturantInnen aufgezeigt werden ($Z=-1.707$; $p=0.088$). Tendenziell zeigt sich eine leichte Verschlechterung der Resultate bei den Nicht-Interessierten SchülerInnen (erkenntlich am niedrigeren unteren Quartil Q_1 und dem geringerem Minimalwert im Boxplot Abbildung 29), auch dies könnte jedoch ein Zufallserscheinung sein. Eine größere Stichprobe könnte hier Klarheit verschaffen.

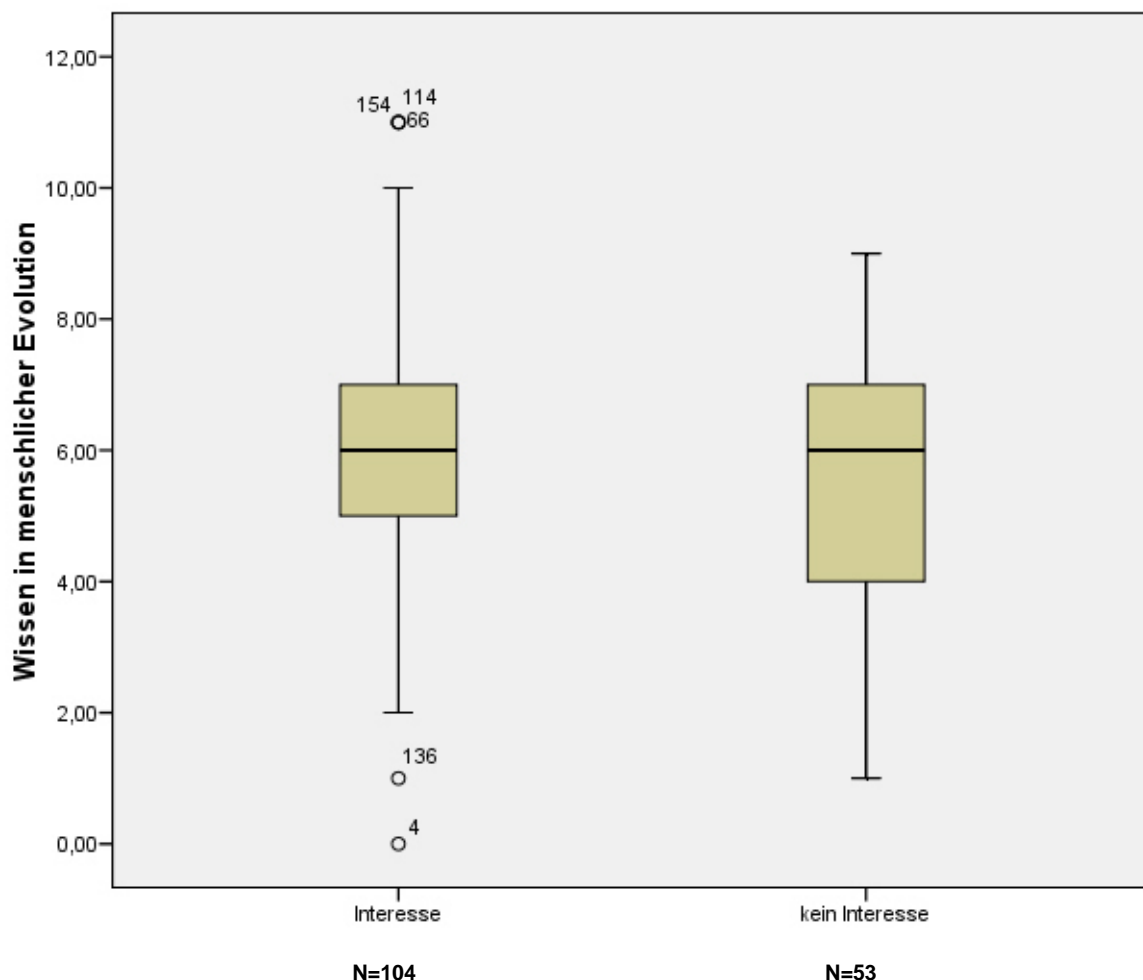


Abbildung 29. Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Interesse am Biologieunterricht.

Tabelle 15. Deskriptive Statistik. Wissen über menschliche Evolution und Interesse am Biologieunterricht.

		Anzahl der richtigen Antworten zum Thema menschliche Evolution	Interesse an Biologie
N		157	157
Minimum		0	1
Maximum		11	2
Perzentile	25.	5	1
	50. (Median)	6	1
	75.	7	2

Tabelle 16. Mann-Whitney-Test. Wissen über menschliche Evolution und Interesse am Biologieunterricht.

	Anzahl der richtigen Antworten zum Thema menschliche Evolution
Mann-Whitney-U	2302,000
Wilcoxon-W	3733,000
Z	-1,707
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,088

a. Gruppenvariable: Interesse an Biologie

Die Überprüfung der Nullhypothese zeigt, dass es keinen Unterschied im Wissen über die menschliche Evolution abhängig vom Grad des Interesses am Biologieunterricht gibt. Auf Grund dieses Resultats wird H_{5_0} beibehalten.

H8₀

MaturantInnen, die sich speziell für die menschliche Evolution interessieren, wissen nicht mehr darüber als diejenigen, die sich nicht dafür begeistern können – es gibt keinen Unterschied im Wissens-Score.

Bei H6₀ musste keine Reduktion der Antworten in zwei Gruppen vorgenommen werden, da es bei der untersuchten Variable „Interesse an menschlicher Evolution“ lediglich die Auswahlmöglichkeiten „ja“ oder „nein“ gab. Es wurden hier wiederum nur die gültigen Fälle in die Wertung miteinbezogen. Daher wurden drei Fälle, bei denen die SchülerInnen keine Antwort wiedergaben, ausgeschlossen und die gültigen 154 Angaben für die Analyse verwendet.

Es konnte mittels Mann-Whitney-Test kein signifikanter Unterschied im Wissen der MaturantInnen über die Evolution des modernen Menschen je nach Interessenslage an Hominidenevolution festgestellt werden ($Z=-1.140$; $p = 0.254$). Tendenziell liefern Nicht-Interessierte SchülerInnen etwas schlechtere Ergebnisse (erkennlich am niedrigeren unteren Quartil Q₁ und dem geringerem Minimalwert im Boxplot Abbildung 30), auch dies könnte jedoch wiederum Zufall sein. Eine größere Stichprobe würde auch in diesem Fall mehr Klarheit verschaffen.

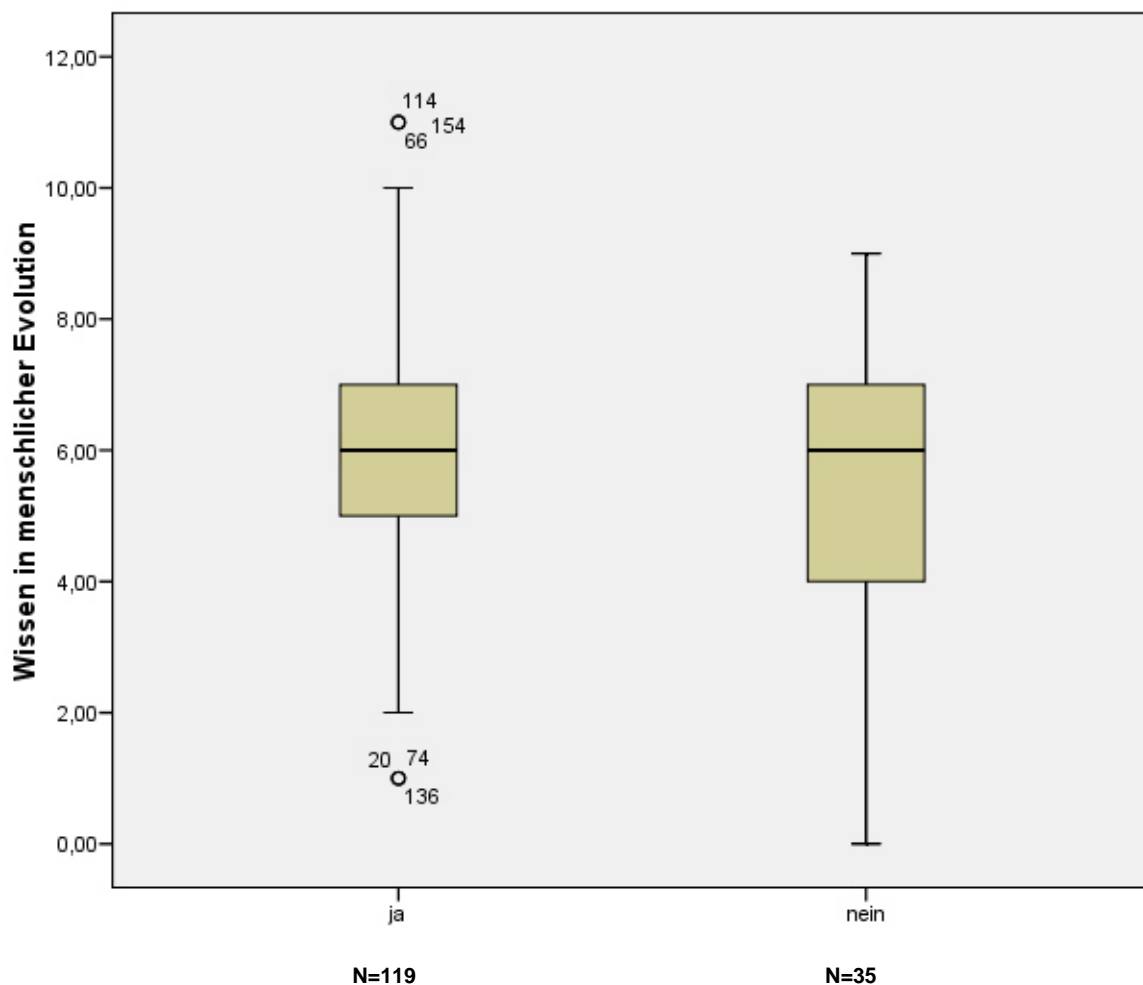


Abbildung 30. Box Plot. Wissen über die menschliche Evolution und Interesse an menschlicher Evolution.

3.3.9. Zusammenfassung der Resultate der Nullhypothesenprüfung

Die Überprüfungen der Nullhypothesen lassen den Schluss zu, dass das Wissen der MaturantInnen über die menschliche Evolution weder vom Schultyp, noch von der Anzahl der Biologiejahre oder den Unterrichtsstunden in Biologie abhängt. Auch das Interesse an der menschlichen Evolution lässt keinen Unterschied bezüglich des Wissens über die Thematik erkennen. Es konnte lediglich bei der Variablen „Verwendung von Anschauungsmaterialien“ ein statistisch abgesicherter Zusammenhang mit dem Wissen über die menschliche Evolution festgestellt werden. Bei einer weiteren Variablen, „Interesse an Biologie“, wurde zwar kein signifikantes Ergebnis erzielt, dennoch ist eine Tendenz zu erkennen. Auch bei einigen anderen Variablen liegt die Vermutung nahe, dass eine umfangreichere Stichprobe mehr Klarheit schaffen würde.

Trotz des eindeutigen Resultats bezüglich des Schultyps (SchülerInnen naturwissenschaftlicher Gymnasien lieferten keine besseren Ergebnisse als die anderer Schwerpunktgymnasien) sollte berücksichtigt werden, dass auf Grund der dieser Studie zugrundeliegenden, heterogenen Verteilung der verschiedenen Schultypen, die Stichprobe insbesondere für die Naturwissenschaften (14.6% der MaturantInnen besuchten ein naturwissenschaftliches Gymnasium, 85.4% ein anderes Schwerpunktgymnasium) relativ klein ist.

Für eine eindeutige Überprüfung der acht Nullhypothesen sollte eine größere und besser gestreute Stichprobe hinsichtlich der gymnasialen Schwerpunkte herangezogen werden. Positiv würde sich möglicherweise auch eine größere Anzahl von befragten Schulen auswirken, um deren Spezifika auszumitteln (die Besonderheiten im Unterrichtstil an einer bestimmten Schule gehen bei einer kleinen Stichprobe natürlich eher in die Ergebnisse ein). Unter Umständen muss auch das Untersuchungsdesign an die Fragestellung besser adaptiert werden.

- i. Ausgabe des Fragebogens in allen Bundesländern. Des Weiteren Miteinbezug sämtlicher in Österreich existierender Schwerpunktgymnasien, wobei das Verhältnis sich in etwa gleichen sollte.
- ii. Fragen zur Evolution allgemein, um einen Eindruck zu gewinnen, wie es mit dem allgemeinen Wissen über Evolution bei den SchülerInnen bestellt ist und ob das Interesse an Biologie auch das Wissen bei diesem Thema positiv beeinflusst.
- iii. Mehr Fragen zur kulturellen Entwicklung (einem ebenfalls wichtigem Thema der Hominidenevolution) des modernen Menschen und seinen Vorfahren um festzustellen, ob SchülerInnen darüber mehr Bescheid wissen als über beispielsweise anatomische Veränderungen (sei es jetzt aus persönlichem Interesse oder weil sie sich dieses Thema besser merken)
- iv. Fragen nach Art und Weise der persönlichen Weiterbildung der SchülerInnen zum Thema Hominidenevolution (Zeitungen, Fernsehdokumentationen,...)

- v. Mehr Interviews mit BiologielehrerInnen in allen Bundesländern, in denen auch SchülerInnen befragt wurden, um die Aussagen mit den Ergebnissen der SchülerInnen abzugleichen und um einen Eindruck von der Art und Weise des Hominidenevolutionsunterrichts zu bekommen.
- vi. Miteinbezug berufsbildender höherer Schulen, um die These zu überprüfen, dass SchülerInnen, welche Hominidenevolution im Unterricht behandelt haben nicht unbedingt mehr wissen, als solche, die nichts darüber hörten
- vii. Befragung StudentInnen der Biologie im ersten Semester, um zu überprüfen, ob an Biologie interessierte Menschen auch mehr über die menschliche Evolution wissen.

Die vorliegenden Ergebnisse legen dennoch nahe, dass gerade die Verwendung von Anschauungsmaterialien die Aufnahme des Lehrstoffs deutlich steigern könnte; das abgefragte Wissen über Hominidenevolution erhöhte sich dadurch signifikant in dieser Untersuchung. Auch die Verwendung von Abgüssen könnte tendenziell förderlich sein. Die andere Gruppe von Variablen, die etwas mit dem erworbenen Wissen zu tun haben könnte, ist das Interesse an Biologie oder Evolution (beides allerdings nicht statistisch abgesichert in dieser Studie). Es sind also nicht die Stunden, die Jahre oder der Schultyp, und noch nicht einmal die Tatsache, ob überhaupt Evolution unterrichtet wird, die zu besseren Ergebnissen führen. Die Aufmerksamkeit der Lernenden zu erreichen ist wohl das Wichtigste, eine Grundweisheit, deren sich LehrerInnen natürlich bewusst sind. Diese Aufmerksamkeit ist bei den Interessierten ohnedies vorhanden und kann über die Verwendung von Anschauungsmaterialien auch bei anderen SchülerInnen geweckt werden.

3.4. Befragung Prof. Dr. (pens.) Ulrich Kattmann (Institut für Biologie und Umweltwissenschaften, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg)

Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln erwähnt wurde, war das Ziel dieser Pilotstudie festzustellen, ob und in welchem Ausmaß die Evolution des modernen Menschen im Biologieunterricht österreichischer Gymnasien behandelt wird. Um die österreichische Situation im internationalen Vergleich einzuordnen, wurden die Erfahrungen und Meinungen internationaler ExpertInnen auf dem Gebiet der Biologiedidaktik und Paläoanthropologie mit einbezogen

Als erstes wurde Prof. Kattmann, ehemaliger Leiter der AG Biodidaktik der Universität Oldenburg, telefonisch interviewt. Vorrangig ging es um die Behandlung der menschlichen Evolution in deutschen Schulen und etwaige Verbesserungsvorschläge für den Unterricht in Hominidenevolution. Die detaillierten Fragen, die Prof. Kattmann am Telefon gestellt wurden, und die erhaltenen Antworten werden im Folgenden behandelt.

3.4.1. Darstellung des Interviews

Prof. Kattmann, ehemaliger Leiter des Biologiedidaktikzentrums an der Universität Oldenburg, wurde hauptsächlich zum Thema „Evolution“, insbesondere „Hominidenevolution“, im Biologieunterricht deutscher Schulen telefonisch befragt. Prof. Kattmann ist ein führender Experte auf dem Gebiet der Biodidaktik im deutschsprachigen Raum. Er verfasste selbst diverse Bücher und Zeitschriften zu diesem Thema (Harms et al., 2004; Kattmann, 2007), war von 1991 bis 2004 Leiter der AG Biodidaktik der Universität Oldenburg und ist daher geeignet als Fachmann einen Einblick in die Situation in Deutschland zu gewähren. Des Weiteren war interessant, mögliche Lösungsvorschläge und -ansätze, wie die menschliche Evolution vermehrt in den Unterricht eingebunden und für die SchülerInnen interessant gestaltet werden kann, zu eruieren.

Abschließend wurden aus den gewonnen statistischen Ergebnissen und Prof. Kattmanns Sicht auf die Dinge Verbesserungsvorschläge zur Vermittlung dieser Thematik im Schulunterricht mit ihm diskutiert.

1. Frage:

In welcher Schulstufe wird die menschliche Evolution in den deutschen allgemeinbildenden Mittelschulen unterrichtet?

In der Oberstufe deutscher Gymnasien wird in der 13. Schulstufe, der Abschlussklasse, in einem abschließenden Kurs die menschliche Evolution im Biologieunterricht behandelt, schildert Prof. Kattmann. Diese Klasse ist vergleichbar mit der 12. und zugleich letzten Schulstufe an österreichischen Gymnasien, in der ebenfalls Hominidenevolution unterrichtet wird. Es wird

hierzulande in allgemeinbildenden Schulen allerdings bereits in der 3. Klasse der Unterstufe dieses Thema behandelt (siehe Kapitel 1., Seite 1, Kapitel 2.2., Seite 23, Kapitel 3.1.1., Seite 26 und BGBl.II Nr. 133/2000, Seite 1060 sowie BGBl.II Nr. 277/2004, Seite 53). Ob SchülerInnen allein durch den Unterricht in Evolution die wesentlichen Inhalte dieser Theorie begreifen, kann der Experte Kattman schwer einschätzen. Der Evolutionsgedanke ist seiner Meinung nach für Schulkinder schwierig zu durchschauen. Dies steht im Widerspruch zu den Schilderungen von Mag. Holemy, dessen Meinung nach Kinder durchaus in der Lage sind, Evolution zu begreifen (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 29.). Erschwerend sei, dass es nicht allen LehrerInnen gelingt, Biologie für die Bedürfnisse von SchülerInnen angemessen zu unterrichten, ist Prof. Kattmann der Überzeugung. Auch Prof. Hödl ist ähnlicher Ansicht, er sieht in den LehrerInnen eine Art Katalysator, die das Interesse der SchülerInnen für bestimmte Themen steigern können (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 31) oder eben nicht. Die Ausbildung der LehramtskandidatInnen spielt in diesem Zusammenhang eine gewichtige Rolle (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 30f.).

2. Frage:

In welcher Schulstufe sollte die menschliche Evolution in der Schule unterrichtet werden?

Die in Deutschland als erste Sekundarstufe bezeichneten Schulstufen entsprechen der 5. bis 10. Schulstufe in Österreichs allgemeinbildenden Schulen. Prof. Kattmann sieht die Situation der SchülerInnen dieser Jahrgänge, trotz der vorangegangenen Bedenken hinsichtlich der Fähigkeit der Kinder, diese Theorie zu verinnerlichen (1. Frage), als „fruchtbar“ an um das Verständnis der Evolution zu wecken. Für ihn scheint der Unterricht dieses Themas in der ersten Sekundarstufe am effektivsten. Im Alter zwischen 10 bis 15 Jahren, das entspricht dem Alter der SchülerInnen während der ersten Sekundarstufe, muss der Unterricht in Biologie interessant und vor allem inhaltlich korrekt gestaltet werden, da es nur auf diese Art und Weise möglich ist, den Kindern Evolution begreifbar zu machen. Speziell in der ersten Sekundarstufe ist die Behandlung der menschlichen Evolution bedeutend, da in diesen Schulstufen die Begeisterung und das Verständnis der SchülerInnen für diesen komplexen Sachverhalt geweckt werden kann. Daher sollte in diesen Schulstufen Hominidenevolution verpflichtend unterrichtet werden, erklärt Prof. Kattmann seine Sicht der Dinge. Dies entspricht auch den Meinungen von Prof. Pass und Mag. Holemy (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 29.).

Im Laufe der zweiten Sekundarstufe sollte, aufbauend auf dem Lehrplan der ersten, der Fokus auf die morphologische Vielfalt des Menschen, also den einzelnen fossilen Spezies der Gattung Homo, wie beispielsweise *H. erectus*, *H. neanderthalensis*, usw., gelegt werden fährt Prof. Kattmann fort.

Auch die in Schulversuchen belegte Begeisterung der SchülerInnen ist für die Vermittlung der Evolution von Vorteil, schildert Prof. Kattmann. Jedoch kann es passieren, dass eine gewisse Befangenheit der LehrerInnen gegenüber verschiedenen Lehrinhalten auch die SchülerInnen prägen

und so beispielsweise das Interesse für menschliche Evolution schmälern kann (siehe Kapitel 3.4.1., Frage 1), eine Tatsache, die auch Prof. Hödl herausstreicht (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 31).

3. Frage:

In welchem Ausmaß sollte die menschliche Evolution im Unterricht behandelt werden?

Biologie bedeutet Evolution, sie „dreht sich“ sozusagen um die Evolution, bringt er es auf den Punkt. Dennoch sollten auch die anderen Themen der Biologie (Gesundheit, Ökosysteme,...) in jeder einzelnen Schulstufe unterrichtet werden ist Prof. Kattmann der Ansicht. Sein Vorschlag sieht lernen mit Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht vor. Er selbst verfasste eine Ausgabe der Zeitschrift „Unterricht Biologie“, in der er sich mit *„Lernen mit Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht“* beschäftigt (Kattmann, 2007). Für ihn ist es wesentlich, die richtige Unterrichtsmethode für jedes Thema zu finden, es *honestly* (deutsch: *ehrlich*) zu unterrichten.

Konkret auf die menschliche Evolution bezogen bedeutet das für Prof. Kattmann, sie in ein Verhältnis zur allgemeinen Evolution zu stellen und nicht als wichtigsten Abschnitt im Biologieunterricht zu behandeln. Diese Ansicht geht mit der von Prof. Hödl konform (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 28.). Die Auseinandersetzung mit Hominidenevolution im Schulunterricht wird dadurch erschwert, dass eine Fülle an Fossilien potentieller, menschlicher Vorfahren existiert, die nicht alle im Unterricht eingebunden werden können. Bis dato ist ja noch umstritten, welche Funde sicher in den menschlichen Stammbaum einzuordnen und welche Fossilien den Menschenaffen zuzuschreiben sind, schildert Prof. Kattmann die Situation. Durch diese Probleme in der Paläoanthropologie könnten die SchülerInnen verwirrt werden und womöglich das Interesse an diesem Thema verlieren. Ungeachtet dieser Komplexität des Themas sollten aber dennoch speziell diese Unklarheiten im Unterricht thematisiert werden, ist er der Überzeugung. Im Schulunterricht lediglich die „lineare“ Abfolge der menschlichen Vorfahren zu unterrichten, scheint für Prof. Kattmann, sowie auch für Prof. Hödl (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 28), sinnlos.

4. Frage:

Ab welchem Alter können SchülerInnen Evolution begreifen?

Diese Frage beantwortet Prof. Kattmann durch die Schilderung eines gemeinsam mit einigen seiner Kollegen durchgeführten Schulversuchs in der 5. und 6. Schulstufe. Die SchülerInnen hatten die Aufgabe einen gemeinsamen, potentiellen fossilen Vorfahren von Eidechse und Spitzmaus zu kreieren. Die Faktoren Aussehen, Ernährung und Verhalten der beiden heute existierenden Spezies dienten als Ausgangslage für den Versuch. Prof. Kattmann erläutert an dieser Stelle, dass es auf Grund des sich mit fortschreitendem Alter ständig stärker entwickelnden Denkens in Kategorien immer schwieriger wird, die oben geschilderte Aufgabe zu bewältigen. Erwachsenen fällt es schwer, sich

einen gemeinsamen Urahnen eines beschuppten, poikilothermen Reptils und eines felltragenden, homoiothermen Säugetiers vorstellen, der diese sehr unterschiedlichen Faktoren in sich vereint. Für Kinder, die allerdings noch „naiv“ an diese Aufgabe herangehen, stellt das eine kleinere Herausforderung dar. Sie lösen die Aufgabe mit Phantasie, erläutert Prof. Kattmann.

Unsere Denkweise ist für die Vermittlung und das Verständnis der Evolution ausschlaggebend, ist er überzeugt. Aus diesem Grund muss Evolution immer altersgerecht unterrichtet werden (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 29).

5. Frage:

Dient die Verwendung von Abgüssen menschlicher Fossilien im Schulunterricht dem besseren Verständnis der SchülerInnen für Evolution?

Die alleinige Verwendung von Abgüssen menschlicher Fossilien ohne weiterführende Erläuterungen durch die LehrerInnen im Schulunterricht empfindet Prof. Kattmann als ungeeignete Methode diese Unterrichtsbehelfe einzubringen. Er vertritt den Standpunkt, dass SchülerInnen nicht von Modellen auf die Wirklichkeit schließen können und somit nicht in der Lage sind Evolution an Hand von Abgüssen zu begreifen und nachzuvollziehen. Um Abgüsse dennoch im Unterricht einzusetzen könnte sich Prof. Kattmann die Verwendung einer Kombination aus Abgüssen und dazugehörigen Aufgabenblättern vorstellen. Auf diese Art und Weise nutzen bereits einige der für diese Studie interviewten BiologielehrerInnen diese Unterrichtsbehelfe (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 40f.). Diese Form des Einsatzes der Abgüsse im Unterricht empfindet Prof. Kattmann als sinnvoll.

In diesem Zusammenhang erzählt er von einem in Deutschland im Biologieunterricht bereits verwendeten „Evolutionsskoffer“, der Abgüsse wichtiger menschlicher Fossilien enthält. Er wurde von Prof. Friedmann Schrenk von der Universität Frankfurt gemeinsam mit anderen Wissenschaftlern entwickelt und herausgegeben. Detailliertere Information darüber konnte Prof. Kattmann aber nicht wiedergeben.

6. Frage:

Welche Schulbücher werden im Biologieunterricht an allgemeinbildenden höheren Schulen in Deutschland am häufigsten verwendet?

Wie oft werden Schulbücher aktualisiert?

„Linder-Biologie“ war bis vor wenigen Jahren das in Deutschland in der 12./13. Schulstufe am häufigsten verwendete Biologielehrbuch, berichtet Prof. Kattmann. In Österreich ist es noch immer das häufigste gebrauchte Schulbuch (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 32; Kapitel 3.2.1., Seite 42). Der Inhalt dieses Lehrbuches wurde von den SchülerInnen allerdings nahezu auswendig gelernt und kaum verstanden, fährt der Experte fort. Mittlerweile wurde „Linder-Biologie“ in Deutschland von dem

Biologielehrbuch „natura“ abgelöst. Prof. Kattmann erzählt von den Bestrebungen „Linder-Biologie“ so umzuarbeiten, damit es im Schulunterricht erneut Verwendung findet. Die bisherigen Überarbeitungen sind bis jetzt jedoch nicht gelungen ist er der Ansicht.

Durchschnittlich werden Schulbücher in Deutschland alle zwei Jahre aktualisiert. Auf Grund der in Deutschland herrschenden „Lehrmittelfreiheit“ werden sie allerdings bis zu fünf Jahre im Unterricht verwendet, berichtet Prof. Kattmann. Die Überarbeitung der Schulbücher in zweijährigen Abständen ist für ihn dennoch zu häufig. Bei einem Lehrplanwechsel werden die Bücher ohnedies komplett umgestaltet. Im Vergleich dazu werden in Österreich die Schulbücher nur alle 15 Jahre oder im Zuge eines Lehrplanwechsels neu überarbeitet, wie die interviewten Professoren schilderten (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 32).

7. Frage:

Wie werden Schulbücher und andere Lehrmittel finanziert?

Die Finanzierung der Schulbücher erfolgt von Seiten der Bundesländer, erklärt Prof. Kattmann. Die Länder verwalten einen Schuletat, mittels dem Schulbehelfe finanziert werden. Die Gemeinden sind zusätzlich noch sogenannte „Schulträger“, das bedeutet, dass sie, neben dem Schuletat, noch Geld für den Ankauf neuer Schulbücher zur Verfügung stellen. Die Anschaffung anderer Unterrichtsbehelfe wird von den Schulvereinen finanziert, erläutert Prof. Kattmann die Situation in Deutschland. In Österreich wird von Seiten des Unterrichtsministeriums ein Schulbudget ausgegeben, welches von den Schulen dann selbstständig verwaltet wird. Weiters kann vom Elternverein noch Geld für Unterrichtsbehelfe bereitgestellt werden oder beim Schulgemeinschaftsausschuss darum angesucht werden (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 33; Kapitel 3.2.1., Seite 41f.).

8. Frage:

Gibt es in Deutschland einen einheitlichen Biologielehrplan?

Prof. Kattmann spricht bezüglich dieser Frage die föderalistische Organisation des Schulsystems in Deutschland an (<http://www.kmk.org/>, zuletzt abgerufen am 14.9.2011). Im Gegensatz zu Österreich, wo der Lehrplan für die allgemeinbildenden Schulen in allen Bundesländern gilt (BGBl.II Nr. 277/2004), werden in Deutschland von jedem Bundesland individuelle Lehrpläne für die Schulen erstellt. Allen Bundesländern gemein sind die Beschlüsse der Kultusministerkonferenz, die für schulische Einrichtungen in ganz Deutschland gelten. Primär werden so Themen wie die Dauer des Schuljahres, die Ferienzeiten und die Schulpflicht geregelt (<http://www.kmk.org/>, zuletzt abgerufen am 14.9.2011).

Prof. Kattmann verfasste, gemeinsam mit anderen Autoren, ein Kerncurriculum für die zweite Sekundarstufe deutscher Gymnasien (Harms et al., 2004). Er ist der Überzeugung, dass die im

Lehrplan vorgeschriebenen Themen so ausgewählt werden müssen, dass sie im Unterricht auch vermittelbar sind. Seiner Meinung nach, sollte das Verständnis für das Unterrichtsfach im Vordergrund stehen und nicht die einzelnen Themen. Dieser Grundsatz sollte in den allgemeinen Bestimmungen für die Schulen in ganz Deutschland umsetzbar sein, meint Prof. Kattmann.

3.5. Interviews mit internationalen ExpertInnen

Um die bisher gewonnen Erkenntnisse in einem internationalen Vergleich einzuordnen, wurden abschließend noch folgende nationale und internationale ExpertInnen der Paläoanthropologie aus Österreich, Großbritannien und den USA per email interviewt:

Sarah Elton, Dean Falk, Donald Johanson, Andrew Kramer, Gerd Müller, Jeffrey Schwartz, Horst Seidler, Fred Smith, Tanya Smith, Ian Tattersall.

Im Nachfolgenden werden die Interviews der einzelnen WissenschaftlerInnen, nach Nationen alphabetisch geordnet, aufgelistet und sich gleichende Aussagen zusammengefasst. Es ging vorrangig um die Erfahrungen und Vorstellungen der PaläoanthropologInnen, welches Wissen StudentInnen des ersten Semesters über Hominidenevolution besitzen und welches Wissen jeder Mensch über die menschliche Evolution besitzen sollte.

3.5.1. Was wissen StudentInnen im ersten Semester über Hominidenevolution?

Österreich

Gerd Müller (Leiter des Departments der theoretischen Biologie, *Universität Wien*)

Alle StudentInnen akzeptieren Evolution. Was sie konkret am Beginn ihres Studiums darüber wissen, kann Prof. Müller nicht abschätzen.

Horst Seidler (Dekan der Fakultät für Lebenswissenschaften und Vorstand des Departments für Anthropologie, *Universität Wien*)

Das Wissen der österreichischen StudienanfängerInnen über die menschliche Evolution ist schwer abzuschätzen. Generell ist zu beobachten, dass die StudentInnen sehr am Thema Hominidenevolution interessiert sind. Nicht nur SchülerInnen und StudentInnen, sondern auch die Bevölkerung ist von diesem Thema begeistert und interessiert sich für die fortlaufenden Entwicklungen in diesem Forschungsfeld.

*Großbritannien*Sarah Elton (Hull York Medical School)

Die StudentInnen, die Sarah Elton unterrichtete, wissen über die folgenden Themenbereiche der Evolution in unterschiedlichem Ausmaß Bescheid:

Den meisten StudienanfängerInnen sind die Begriffe „Lucy“ und „Neandertaler“ bekannt. Allerdings sind sie nicht in der Lage, beide Vormenschen in den menschlichen Stammbaum einzugliedern. Darüber hinaus wissen sie nur wenig darüber, dass sich der moderne Mensch in Afrika entwickelt hat.

Den StudentInnen ist die Evolution im Allgemeinen geläufig. Viele arbeiten mit dem Beispiel des Birkenspanners als Modell für natürliche Selektion (Kettlewell, 1955). Allerdings sind sie nicht in der Lage natürliche Selektion ohne das Beispiel des Birkenspanners zu erklären. Die meisten StudentInnen können nachvollziehen, dass Evolution durch permanente Veränderungen vorangetrieben wird, könnten es so aber nicht ausdrücken oder selber erklären. Der stochastischen Prozess und sein Bezug zur Evolution ist den wenigsten ein Begriff. Zitat: *„Ein stochastischer Prozess ist ein mathematisches Modell für einen realen Vorgang, der zufällig ist und von einem Parameter (meist der Zeit) abhängt“* (König, 2005, Seite 3).

Darwin ist den meisten StudentInnen ein Begriff. Sie schreiben ihm den Terminus *„survival of the fittest“* zu, obwohl Herbert Spencer diesen Satz formulierte (Spencer, 1864). Viele StudentInnen sind auch mit Mendel und seinen Experimenten mit Erbsen vertraut, wissen aber nichts Genaueres darüber. Zudem bringen die StudentInnen Mendel nicht mit Darwin und der synthetische Evolutionstheorie in Verbindung. Die synthetische Evolutionstheorie ist eine Erweiterung der Evolutionstheorie Darwins (Junker und Engels, 1999) die durch die in den letzten Jahrzehnten neu entstandenen biologischen Wissenschaftsdisziplinen (Genetik, Molekularbiologie, etc.) angetrieben wurde. Durch die Erkenntnisse der neuen Disziplinen konnten immer *„bessere Aufschlüsse über die Mechanismen und den Verlauf der Evolution und damit auch über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Lebewesen“* gewonnen werden (Zitat Junker und Engels, 1999, Seite 10).

Am wenigsten kennen sich die StudentInnen mit den geologischen Epochen des Känozoikums (Miozän, Pliozän und Pleistozän), im Laufe derer die menschliche Evolution stattfand, aus. Allerdings ist zu beobachten, dass ihnen die Zeitalter Trias, Jura und Kreide (Mesozoikum) geläufig sind und sie im Stande sind, diese zeitlich einzuordnen.

USA

Dean Falk (Leiterin des anthropologischen Instituts, *Florida State University*)

Prof. Falk verweist bezüglich dieses Themas auf die Internetseite <http://www.natcenscied.org/>.

Laut der Definition auf dieser Website ist das „National Center für Science Education“ eine Organisation, die Informationen zum Thema Evolution für Schulen, Eltern und besorgte Bürger zur Verfügung stellt. Diese Seite berichtet der Presse und Öffentlichkeit über die wissenschaftlichen Aspekte der Debatte „Kreationismus vs. Evolution“. Die Betreiber dieser Webseite möchten durch ihre Arbeit gewährleisten, dass die menschliche Evolution auch zukünftig im Schulunterricht behandelt wird. Weiters stellt die Organisation notwendige Informationen und Tipps zur Verfügung, um das Wissen über Evolution lokal und national zu vermitteln. Mitglieder dieser Organisation sind WissenschaftlerInnen, LehrerInnen, Eltern und auch InhaberInnen religiöser Ämter unterschiedlicher Religionen.

Donald Johanson (respektive Ms. Green (Assistentin), Entdecker von "Lucy", Gründer des Instituts „Human Origins“, *University of Chicago*)

Amerikanische Studienanfänger wissen fast nichts über menschliche Evolution. Das Verständnis von HighschoolschülerInnen hinsichtlich Evolution ist lückig und wenig informativ. Da die Schulausbildung in die Verantwortung der einzelnen Bundesstaaten fällt, existieren in den Vereinigten Staaten zum Teil erhebliche Unterschiede in der Ausbildung in Hominidenevolution. Erschwerend kommt hinzu, dass der Unterricht in Evolution in den USA stark von den politischen Vertretern der einzelnen Bundesstaaten beeinflusst wird. Ist die politische Führung sehr konservativ und zusätzlich religiös motiviert, leidet der Evolutionsunterricht in den Schulen erheblich darunter. Das amerikanische Highschool System ist mit dem europäischen Mittelschulsystem nicht vergleichbar. Lediglich das Alter der SchülerInnen, die diese Bildungseinrichtungen besuchen, ist in Europa und den USA gleich.

Einer der gravierenden Unterschiede bezieht sich auf die Absolvierung sogenannter Kurse in den amerikanischen Highschools. Die SchülerInnen können aus verschiedenen Schulkursen die für sie interessanten Kurse frei auswählen. Wenn sie keine weiterführende Ausbildung an einer Universität anstreben, wählen sie in der Schule meist keinen Wissenschafts-Kurs oder nehmen an diesem nur selten teil. Die SchülerInnen, die beabsichtigen zu studieren, jedoch kein naturwissenschaftliches Studium anstreben, absolvieren nur die von der Universität verbindlich vorgeschriebenen naturwissenschaftlichen Kurse an der Schule.

Andrew Kramer (Leiter des Departments of Anthropology, *University of Tennessee*)

Evolution ist Bestandteil des Lehrplans der Highschools in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Allerdings ist der Unterricht in menschlicher Evolution an den Highschools in Tennessee nicht verpflichtend vorgeschrieben.

Jeffrey Schwartz (Department of Anthropology, *University of Pittsburgh*)

An amerikanischen Colleges wird der Unterricht in menschlicher Evolution sehr einfach gehalten. Für die Vermittlung dieses Themas ist diese Vorgehensweise nicht von Vorteil. Die Evolution vom Biologieunterricht der Schulen auszusparen und kaum oder falsch im Unterricht zu behandeln, ist folgeschwer. Eine solche Handhabung des Evolutionsunterrichts führte dazu, dass ID und Kreationismus sich so stark verbreiten konnten.

Tanya Smith (Department of Human Evolutionary Biology, *Harvard University* und Department of Human Evolution, *Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology Leipzig*)

Die Ausbildung in menschlicher Evolution an amerikanischen Colleges ist, wie auch in den Highschools, äußerst rudimentär. Amerikanische StudienanfängerInnen wissen fast nichts über die menschliche Evolution. Der Grund hierfür ist die Debatte zwischen religiösen (ID und Kreationismus) und wissenschaftlichen Weltanschauungen, die an den Vereinigten Staaten schon länger herrscht. Diese Kontroverse beeinflusst auch die Einstellung der Bevölkerung zu diesem Thema. Die Allgemeinbildung in Evolution wurde durch diesen Disput negativ beeinflusst. Eine neuere Studie (Miller, 2006) belegt jedoch, dass in den letzten Jahren die Zahl der AmerikanerInnen, die nicht an die Evolution glauben, von 48% auf 39% gesunken ist.

Ian Tattersall (Kurator der anthropologischen Abteilung des *American Museums of Natural History*, New York City, USA)

Prof. Tattersall verweist bezüglich der Thematik auf die vom Verlag Springer herausgegebene Zeitschrift „*Evolution: Education and Outreach*“. Artikel in diesem Journal beschäftigen sich beispielsweise mit der Vermittlung der Evolution im Schulunterricht oder dem Problem Evolution vs. Kreationismus im Schulunterricht. Um den Wissensstand erstsemestriger HörerInnen bezüglich der menschlichen Evolution zu ermitteln und damit die oben angeführte Fragestellung zu beantworten, sind die Inhalte einiger Artikel zusammengefasst worden.

Varlese (2008) führte eine Befragung von StudentInnen der Drew University in Madison, Bundesstaat New York, zum Thema menschliche Evolution durch. Das Ergebnis zeigt, dass sie nur eingeschränkt an Evolution glauben und ihre Wissenslücken in Evolution mit religiösem Wissen ergänzen. Weiters ist diesem Artikel zu entnehmen, dass christliche „Kreationisten“ die Evolutionstheorie strikt ablehnen, jüdische StudentInnen hingegen können ihren Glauben mit der Evolutionslehre im Sinne Darwins vereinbaren.

Ein anderer Artikel (Sinatra, 2008) beschäftigt sich mit dem Thema, ob SchülerInnen Evolution begreifen und verstehen können. Die Resultate zeigten, dass SchülerInnen nur ein sehr grundlegendes Verständnis für die Evolution besitzen. Ihnen sind viele Begriffe, die im Zusammenhang mit der Evolution verwendet werden, nicht geläufig. Als Grund hierfür wird angeführt, dass Wörter, die im Zusammenhang mit der Evolution verwendet werden, in der Alltagssprache eine

andere Bedeutung besitzen. Die SchülerInnen interpretieren infolgedessen die Wörter zum Teil falsch und missverstehen so Evolution (Sinatra, 2008).

Erschwerend kommt hinzu, dass StudentInnen und SchülerInnen die Evolutionslehre anders verstehen, als es von Darwin beabsichtigt war (Bardapurkar, 2008).

Der Religionsunterricht in der Elementary school prägt die SchülerInnen nachhaltig. Sie haben später wenig Verständnis für Evolution (Moore et Cotner, 2009). Dasselbe gilt für Highschool LehrerInnen, die einen großen Einfluss auf die SchülerInnen ausüben. Wenn Kreationismus in der Highschool behandelt wurde, lehnen die späteren StudentInnen die Evolutionslehre im College ab. Auch durch die Biologieeinführungskurse am College ändert sich die Einstellung der HochschülerInnen nicht (Moore, 2009). Vor allem jüngere StudentInnen glauben eher an Kreationismus (Williams, 2008).

3.5.2. Allgemeinwissen über Hominidenevolution

Die Auswertung der Fragebögen (siehe Kapitel 3.3., Seite 49) konnte nur einen auszugsweisen Einblick gewähren, was SchülerInnen zurzeit in ostösterreichischen Gymnasien in menschlicher Evolution lernen. Von diesen Resultaten ausgehend, wurde mit Hilfe internationaler ExpertInnen der Paläoanthropologie eine Liste erstellt, die die wichtigsten Inhalte der Paläoanthropologie umfasst. Diese sollte auch dem Allgemeinwissen der Bevölkerung entsprechen und im Schulunterricht abgebildet werden.

Es wurden die Tipps und Empfehlungen der befragten ProfessorInnen, die bereits in den vorangegangenen Kapiteln Eingang fanden, zu einer Liste zusammengefasst, wobei ein Teil der Empfehlungen von Fred Smith (Leiter des Departments of Anthropology, *Illinois State University*) stammt.

1. Die Menschen sollten verstehen, was Wissenschaft ist und wie sie funktioniert. Den AbsolventInnen eines Bachelorstudiums sollte zumindest der empirische Charakter der Wissenschaft im Laufe ihrer Ausbildung bewusst werden.
2. Die Evolution ist noch immer eine Theorie und wird als solche auch durch immer neue Erkenntnisse ständig geprüft. Evolution ist darüber hinaus eine historische Wissenschaft, deren Verlauf nicht durch Experimente wiederholt werden kann.
3. Es ist wichtig zu verstehen, *wie* Evolution abläuft und *warum* (nicht *was* Evolution ist) und den ungefähren Verlauf der allgemeinen und menschlichen Evolution zu kennen. StudentInnen sollten alles über Evolution wissen, gerade am Anfang des Studiums sollten sie sich mit diesem Thema ausführlich beschäftigen.
4. Des Weiteren ist es wichtig, neue Erkenntnisse im Bereich der Evolutionstheorie kritischer zu betrachten, da diese nicht immer korrekt oder endgültig sind. Erst im Laufe der Zeit können Theorien durch neugewonnenes Wissen untermauert oder wieder verworfen werden. Dieser Aspekt der Evolutionstheorie könnte helfen zu verstehen, warum die Annahme über den Verlauf der menschlichen Evolution von manchen Menschen nicht anerkannt sondern stattdessen stark kritisiert wird.
5. Die Bevölkerung sollte bewusst sein, dass Darwins Evolutionstheorie alle Lebewesen, so auch den modernen Menschen, betrifft. Der Mensch ist Teil der Evolution, er besitzt keine Sonderstellung im Tierreich. Wir und alle anderen Lebewesen sind ein Produkt einer nicht-linearen, immer weiter führenden Entwicklung aus vorangegangenen Formen über Jahrmillionen hinweg. Es gab viele Fehlentwicklungen und Sackgassen, der Mensch war nicht von Anfang an so wie er heute ist. Er wird nicht ewig existieren (zumindest nicht in seiner heutigen Form), sondern wird vielleicht einmal von einer höher entwickelten Spezies abgelöst

Die allseits präsente, vom Menschen verursachte, Umweltproblematik spielt in diesem Zusammenhang ebenfalls eine wichtige Rolle.

6. Das Allgemeinwissen über die Evolution sollte überdies ein grundlegendes Verständnis für Primatologie und evolutionäre Genetik beinhalten. Auf folgende Aspekte sollte ein Hauptaugenmerk gerichtet sein:
 - a. Der Mensch und die Menschenaffen haben ihren Ursprung in Afrika. Die Hypothese, dass der moderne Mensch in Afrika entstanden ist, kann heutzutage durch genetische Analysen von heute lebenden Populationen, von hominiden Fossilien und durch anatomischen Vergleiche der menschlichen Fossilsammlung untermauert werden.
 - b. Die Vorfahren des modernen Menschen und der afrikanischen Menschenaffen spalteten sich von einem gemeinsamen Urahn ab. Die Fossilsammlung lässt eine Verwandtschaft zwischen Menschen und Affen, Affen und anderen Säugetieren erkennen.
 - c. Die Menschen dürfen die Fossilsammlung des Menschen und seiner Vorfahren nicht nur als ein Bündel Knochen betrachten, sondern müssen darin die gut belegte Dokumentation unserer eigenen Evolution sehen.
 - d. Die Evolution ist noch nicht an ihrem Endpunkt angelangt. Es gibt auch heute noch morphologische Hinweise auf eine sich ständig verändernde Spezies Mensch. Ein Beispiel hierfür wäre die Reduktion der 3. Molaren (Weisheitszahn) bei heute lebenden Menschen.
 - e. Wir können die morphologische Variation moderner menschlicher Populationen nutzen, um auf die Änderungen des menschlichen Erscheinungsbildes im Laufe der Evolution zurückzuschließen, beispielsweise die Körperform (beispielsweise Adaptationen für kalte und warme Habitate) oder Besonderheiten der menschliche Physiologie (Schwitzen, Hautpigmentation,...).
 - f. Es ist nicht notwendig, alle menschlichen Vorfahren und ihre Verwandtschaftsverhältnisse zu kennen. Über die genauen Abstammungslinien und Verwandtschaftsverhältnisse sind sich selbst die ExpertInnen auf Grund laufend neuer Fossilfunde uneins. Aber die Grundzüge unserer evolutiven Entwicklung sollten jedem/r allgemeingebildeten/r MitbürgerIn bekannt sein.
 - g. Bezüglich der Neandertaler ist Aufklärungsarbeit, besonders in kultureller Hinsicht, notwendig. Beispiel: *Homo neanderthalensis* bestattete bereits seine Toten (Kind von Portugal und Kebara in Israel)

4. DISKUSSION

4.1. Die generelle Problematik

In einer im Jahr 2010 erschienenen Studie des Eurobarometers der Europäischen Union ist nachzulesen, dass mehr als die Hälfte der österreichischen Bevölkerung dem Wissen über Wissenschaft im alltäglichen Leben keine Bedeutung zumisst (http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_340_en.pdf, zuletzt abgerufen am 14.9.2011). Eine in Österreich durchgeführte Befragung zur Einstellung der ÖsterreicherInnen bezüglich des Themas Evolution konnte zeigen, dass die EinwohnerInnen unseres Landes der Entstehung des Menschen und des Lebens durchaus Interesse entgegenbringen (Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, 2009). Auch einige in dieser Studie befragten UniversitätsprofessorInnen wissen über dieses Öffentlichkeitsinteresse Bescheid (siehe Kapitel 3.5.1., Seite 114).

Nach der letzten Lehrplanreform für die gymnasiale Oberstufe im Jahr 2004 (BGBl.II Nr. 277/2004, Seite 53) wird der Unterricht in menschlicher Evolution nicht mehr explizit im Lehrplan des Biologieunterrichts erwähnt. Die Sinnhaftigkeit dieser Entwicklung könnte an sich schon kritisch in Frage gestellt werden. Es könnte beispielsweise die Meinung geben, dass das Wissen um die Entwicklung unserer eigenen Spezies keinen unnützen, intellektuellen Ballast für AbgängerInnen einer allgemeinbildenden, höheren Schule mit Reifeprüfungszeugnis (Matura) darstellt. Da jedoch in den letzten Jahren international, hauptsächlich in den USA, aber auch in Österreich vermehrt eine Debatte zwischen den Naturwissenschaften und religiösen Strömungen (Intelligent Design, Kreationismus) aufkam, die die Entstehungsgeschichte des modernen Menschen wieder stärker in den Fokus der Öffentlichkeit rückt, sollte diese Entwicklung des Biologieunterrichts an allgemeinbildenden österreichischen Schulen besonders aufmerksam, und vor allem kritisch, beobachtet werden.

In den USA gewinnen Intelligent Design (ID) und Kreationismus, welche den Schöpfungsmythos der Bibel wörtlich nehmen oder zumindest die Existenz eines intelligenten Schöpfers nahelegen, immer weiter an Boden (<http://ncse.com/creationism/general/what-is-intelligent-design-creationism>, abgerufen am 14.9.2011). Immer wieder werden in verschiedenen Bundesstaaten so genannte „anti-evolution-bills“ in die in den zuständigen Gremien eingebracht (<http://ncse.com/news>). Besonderes Aufsehen erregte ein im Bundesstaat Kansas vom „Kansas State Board of Education“, einer Behörde deren Aufgabe es ist, „*to ensure that all students meet or exceed high academic standards and are prepared for their next steps*“ im November 2005 bereitsbeschlossene „Lehrplanreform“, die vorschrieb, ab dem Schuljahr 2008 die religiösen Schöpfungstheorien im Wissenschaftsunterricht als „Alternativen“ zur Evolutionstheorie im Sinne Darwins zu behandeln (<http://ncse.com/news/2005/11/antievolution-standards-adopted-kansas-00626>, abgerufen am 14.9.2011). Durch Neuwahlen der für den Beschluss zuständigen Komiteemitglieder konnte diese Novelle im Februar 2007 wieder annulliert und somit die Umsetzung im Unterricht gestoppt werden

(<http://ncse.com/news/2007/02/evolution-returns-to-kansas-001070>, abgerufen am 14.9.2011)
Dennoch wird in einigen Bundesstaaten immer wieder die Etablierung einer „Anti-Evolution Bill“ angeregt, wovon sich jedoch bis dato keine durchsetzen konnte (<http://ncse.com/news>, abgerufen am 14.9.2011).

Auch in einigen Staaten Europas finden diese beiden theologischen Erklärungen zur Entstehung des modernen Menschen immer wieder neue Anhänger und Vertreter (Gross, 2002; Cornish-Bowden et Cárdenas, 2007; Curry, 2009; Borczyk, 2010). Die Ergebnisse einer im Jahr 2009 vom British Council veröffentlichte Studie zeigen, dass mehr als die Hälfte der befragten TeilnehmerInnen aus Argentinien, Großbritannien, Mexiko, Russland und den USA der Meinung sind, Darwins Evolutionstheorie sollte gemeinsam mit anderen Theorien, die sich mit der Entstehung des Lebens beschäftigen (ID und Kreationismus) im Unterricht behandelt werden. Im Unterschied zu den USA, in denen es keinen Religionsunterricht vergleichbar mit jenem in Österreich gibt, wird bei uns die religiöse Deutung der Entstehung der Erde und des Menschen in den Religionsunterricht eingebunden.

Die Beschäftigung mit der menschlichen Evolution im Biologieunterricht gewinnt angesichts solcher Tendenzen an Bedeutung. Die vorliegende Diplomarbeit repräsentiert einen Pilotversuch, im Rahmen dessen das Wissen über Hominidenevolution der gerade von der Schule abgehende österreichische AHS-MaturantInnen erhoben wurde. Um das Bild der Situation in Österreich umfassender zu gestalten, wurden überdies BiologielehrerInnen an verschiedenen österreichischen Gymnasien und UniversitätsprofessorInnen, zuständig für die Ausbildung künftiger BiologielehrerInnen, interviewt. Abschließend wurde die Meinungen eines Experten in Didaktik der Biologie und nationaler und internationaler PaläoanthropologInnen bezüglich dieses Themas ermittelt, um einen Einblick in die Situation anderer Länder zu gewinnen.

Die Resultate zeigen, dass 87% der befragten AHS-MaturantInnen im Biologieunterricht das Thema menschliche Evolution kennenlernten, wobei die LehrerInnen im Schnitt zwischen zwei und vier Stunden über die menschliche Evolution referierten. Knapp ein Viertel der befragten SchülerInnen beschäftigten sich bis zu sechs Stunden mit diesem Thema. Die meisten der Interviews mit BiologielehrerInnen bestätigten dieses Ergebnis. Zwei Drittel der befragten MaturantInnen arbeiteten mit Unterrichtsmaterialien zum Thema menschliche Evolution, eine Tatsache, die ebenfalls von den meisten der interviewten LehrerInnen bestätigt werden konnte. Dieses Ergebnis beweist, dass die Mehrheit der befragten SchülerInnen und LehrerInnen Anschauungsmaterialien im Unterricht nutzen. Die statistische Auswertung der Daten mittels Mann-Whitney-Test und Kreuztabellen ergab, dass das Wissen über menschliche Evolution signifikant mit der Verwendung von Anschauungsmaterialien (Abgüsse, Videos, PPT) korreliert. Wir können auf diesen Resultaten basierend den Schluss ziehen, dass der Anteil an verwendeten Anschauungsmaterialien im Biologieunterricht erhöht und häufiger eingesetzt werden sollte. Des Weiteren deuten die Daten darauf hin, dass zwischen dem Interesse an Biologie und dem Wissen über die menschliche Evolution ein Zusammenhang besteht könnte. Diese

Annahme bedarf jedoch weiterer, genauerer Untersuchungen, da die Ergebnisse der vorliegenden Stichprobe leider kein signifikantes Ergebnis lieferten.

Das Interesse an menschlicher Evolution unter den SchülerInnen ist hoch, $\frac{3}{4}$ der befragten MaturantInnen begeistern sich für dieses Thema. Auch die Meinungen der befragten Universitätsprofessoren gehen mit diesem Ergebnis konform. Sie alle schildern den von ihnen gewonnen Eindruck, dass SchülerInnen an der Evolution des Menschen interessiert sind. Das Thema „Evolution“ würde schon die jüngeren SchülerInnen ansprechen, erzählen manche der befragten LehrerInnen und ProfessorInnen. Die Bildung und das Interesse der SchülerInnen in anderen Ländern sind nach Schilderung der internationalen ExpertInnen eher gering, wobei betont werden muss, dass hier nur eine geringe Anzahl von Einzelmeinungen vorliegt.

Das Interesse der Erwachsenen an diesem Thema ist in Österreich gegeben (Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, 2009). Jede neue Erkenntnis in diesem Forschungsfeld wird mit Neugier aufgenommen. Die Studie von 2009 zeigt, dass sich die Österreicher mehr Information zu diesem Thema wünschen, beispielsweise im Rahmen öffentlicher Berichte und Diskussionen (Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, 2009).

4.2. Das Wissen österreichischer MaturantInnen über die menschliche Evolution

Der Fragebogen, der den MaturantInnen österreichischer Gymnasien vorgelegt wurde, kann in vier Teile gegliedert werden: Demographie, Fragen zum Biologieunterricht im Allgemeinen, Interesse am Biologieunterricht und menschlicher Evolution, und Fragen zum Wissen der SchülerInnen über Hominidenevolution.

Die vor dieser Arbeit angestellten Vermutungen sind:

1. Der Großteil der österreichischen GymnasiastInnen bekommt einen Unterricht in Hominidenevolution, weiß aber wenig über den aktuellen Stand der Forschung.
2. Die im Unterricht verwendeten Lehrmittel sind hauptsächlich Dokumentationen und Videos, weniger Abgüsse fossiler Schädeln und dergleichen.
3. In den verschiedenen Bundesländern gibt es keinen Unterschied bezüglich des Wissensstands der befragten SchülerInnen.
4. SchülerInnen naturwissenschaftlicher Gymnasien wissen mehr über die menschliche Evolution als SchülerInnen anderer Schwerpunktgymnasien.
5. Mehr Unterrichtsjahre bzw. -stunden in Biologie und mehr Unterricht in menschlicher Evolution verbessern das Wissen darüber.

Das Wissen der GymnasiastInnen zum Thema Hominidenevolution wurde durch die Beantwortung von insgesamt sieben Fragen ermittelt. Diese wurden so gewählt, dass sie nur die wichtigsten Eckdaten unserer Menschwerdung umfassten und kein tiefer gehendes Wissen voraussetzten. Die Auswertung der Fragebögen zeigt, dass nicht alle SchülerInnen im Biologieunterricht die menschliche Evolution behandelten. Die Analyse der Daten zeigt, dass lediglich 87% der befragten GymnasiastInnen mit diesem Motiv im Unterricht konfrontiert wurden. Würde ein in den österreichischen Schulen verwendeter Notenschlüssel nun über die Ergebnisse dieses Fragebogens gelegt, stellte sich heraus, dass das Wissen über die menschliche Evolution von nur 2.5% der befragten MaturantInnen mit den Schulnoten *"Sehr gut"* oder *"Gut"* beurteilt werden würde. Dem gegenüber stünden 61% *"Nicht genügend"* Beurteilungen. Dieses Ergebnis könnte Anlass zum Überdenken des Evolutionsunterrichts in Biologie geben. Die MaturantInnen lernen üblicherweise erst am Ende der 12. Schulstufe das Kapitel der Hominidenevolution. Somit fand unsere Befragung nur ein paar Wochen nach diesem Zeitpunkt statt. Obwohl die SchülerInnen unvorbereitet in diese Situation gingen, sollten sie den gelernten Stoff noch in guter Erinnerung haben. Da die Ergebnisse der Studie bezüglich des Wissens über Hominidenevolution aber größtenteils negative Beurteilungen liefern, legt dies den Schluss nahe, dass dem nicht so ist. Mögliche Gründe hierfür wären, dass die SchülerInnen entweder sehr wenig über dieses Motiv im Unterricht gelernt haben, oder dass die Thematik für sie uninteressant aufbereitet wurde. Dieses schlechte Abschneiden sollte ein Beweggrund dafür sein, den Unterricht über die menschliche Evolution zu verbessern. Einige Möglichkeiten lassen sich aus dieser Arbeit ableiten. Wie die vorhin erwähnten Resultate schon aufzeigen konnten, hat der Einsatz von Anschauungsmaterialien im Biologieunterricht einen positiven Einfluss auf das Wissen der MaturantInnen. 91% der befragten SchülerInnen stehen der Verwendung solcher Unterrichtsbehelfe

durchaus positiv gegenüber (Kapitel 3.3.5. Seite 69). Daher sollte die Verwendung verschiedenster Lehrbehelfe im Unterricht forciert werden. Der Einsatz derartiger Anschauungsmaterialien im Unterricht sollte allerdings gemeinsam mit dazugehörigen Aufgabenblättern erfolgen. Wie die Aussagen verschiedener BiologielehrerInnen bereits zeigen konnte, sind SchülerInnen durch das selbstständige Erarbeiten von Wissen interessierter an der gerade eben behandelten Materie (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 40f). Auch das Verständnis für die behandelten Thematiken kann auf diese Art und Weise gefördert werden. Die Anwendung von Aufgabenblättern gemeinsam mit den Anschauungsmaterialien unterstützt die Arbeit der LehrerInnen, da sie den durch den Gebrauch von Anschauungsmaterialien entstehenden zusätzlichen Aufwand im Unterricht ausgleichen. Überlegenswert wäre es, den Gebrauch von Anschauungsmaterialien im Unterricht verpflichtend einzuführen, falls weitere Studien den positiven Einfluss solcher Lehrbehelfe auf die SchülerInnen beweisen. Die didaktische Aufbereitung des Themas ist ebenfalls von immenser Bedeutung für die Vermittlung von Wissen. Auch das persönliche Interesse der LehrerInnen beeinflusst die Einstellungen der SchülerInnen zum im Unterricht behandelten Lehrstoff, vor allem die Aktualität der angebotenen Inhalte hängt natürlich vom jeweiligen Engagement der LehrerInnen ab. Sie repräsentieren, nach Aussagen einiger ExpertInnen, eine Art Katalysator für die SchülerInnen (Kapitel 3.1.1., Seite 31; Kapitel 3.4.1., Seite 109). In Österreich lernen die LehramtskandidatInnen schon im Studium, wie sie den Unterricht für die SchülerInnen ansprechend gestalten und Schwerpunkte setzen können (Kapitel 3.1.1., Seite 31).

Hinsichtlich der Bundesländer zeigt sich kein Unterschied in der Ausprägung des Wissens über Hominidenevolution. Die meisten der an der Studie beteiligten MaturantInnen, 87%, sind über die menschliche Evolution informiert, unabhängig in welchem Bundesland sie die Schule besuchten, was durch die statistische Auswertung mittels H-/Kruskal-Wallis-Test ($p=0.274$) bestätigt werden konnte. Da für diese Pilotstudie lediglich die Bundesländer Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark und Wien herangezogen wurden, wäre eine Überprüfung dieser Ergebnisse unter Berücksichtigung und Miteinbezug der restlichen Bundesländer erforderlich.

Die im Fragebogen aufgelisteten Fragen waren auf ein allgemeines Wissensniveau ausgelegt, sodass es den befragten MaturantInnen möglich gewesen sein sollte, sie zu beantworten. Es wird aus den Ergebnissen ersichtlich, dass die neuesten Erkenntnisse in diesem Forschungsfeld im Schulunterricht allerdings kaum Eingang finden. Keiner der befragten GymnasiastInnen war in der Lage, alle Fragen korrekt zu beantworten. Die Antworten von zwei der befragten MaturantInnen zeigen, dass neue Funde allerdings vereinzelt von Seitens der BiologielehrerInnen im Unterricht behandelt werden. Die beiden SchülerInnen waren die einzigen TeilnehmerInnen der Studie, die beispielsweise die Frage nach dem ältesten bekannten Urahnen des Menschen, *Sahelanthropus tchadensis*, richtig beantworten konnten (ein Forschungsergebnis, dass immerhin seit 2002 bekannt ist). Auf eine genauere Nachfrage hin wurde festgestellt, dass bei diesen beiden MaturantInnen die menschliche Evolution Thema ihres Biologiespezialgebietes war. Diese Tatsache stützt das Ergebnis der Studie, dass an Biologie interessierte SchülerInnen auch mehr über die menschliche Evolution wissen; sehr interessierte SchülerInnen, wie die beiden oben erwähnten, besitzen demnach natürlich auch mehr

Wissen. Die Frage steht im Raum, ob von Seiten der LehrerInnen genug aktuelle Literatur im Unterricht mit eingebunden wird oder ob auf die Inhalte der Lehrbücher überhaupt eingegangen wird. Beispielsweise konnte fast keine/r der TeilnehmerInnen der Studie die Frage nach dem Zeitpunkt der Entstehung des anatomisch modernen Menschen korrekt beantworten. Im Schulbuch „Linder-Biologie 3“, dem dominanten Werk im Unterricht, wird angegeben, dass der moderne Mensch vor ungefähr 150 000 Jahren entstanden ist (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 49), was den heute bekannten Tatsachen zumindest nahe kommt. Bei den Antwortmöglichkeiten auf die Frage nach dem Alter des anatomisch modernen Menschen gab es im Fragebogen die Möglichkeit, 200 000 Jahre (die korrekte Antwort) zu wählen, die nächste Stufe war mit 50 000 Jahren angegeben. Wenn sich SchülerInnen der Größenordnung bewusst gewesen wären, hätten sie also die nächstliegende Option "200 000" wählen müssen. Es bleibt offen, wie sehr das (auch schon nicht mehr ganz aktuelle) Wissen aus dem Schulbuch in das Wissen der MaturantInnen eingeflossen ist. Wünschenswert wäre es, wenn sich LehrerInnen durch selbstständige Weiterbildung aktuelle Fakten zu sehr zentralen Themen (seit wann gibt es uns als die Spezies, die wir sind?) aneignen würden und diese dann auch im Unterricht vermitteln. Ein anderes Beispiel ist die Annahme, die Herstellung von Werkzeugen sei gekoppelt mit der Entstehung des aufrechten Ganges, die bereits sehr veraltet ist. Sie wird jedoch von SchülerInnen bei der Beantwortung von Frage 17 angegeben (siehe Kapitel 3.3.6, Seite 87f.). Diese Irrtümer könnten von LehrerInnen leicht durch ein wenig selbstständige Weiterbildung, auch für den Fall, dass Schulbücher solche veralteten Weisheiten wiedergeben, bereinigt und im Unterricht korrekt vermittelt werden. Die oben schon erwähnte Frage nach dem ältesten bekannten Urahnen des Menschen und die Tatsache, dass fast niemand diese richtig beantworten konnte, obwohl die Fakten seit 2002 bekannt sind, unterstützt weiters die Annahme, dass aktuelle Erkenntnisse in der Paläoanthropologie kaum in den Unterricht einfließen.

Die erzielten Ergebnisse spiegeln nicht zuletzt die geltenden Lehrplanbestimmungen wider. Da die menschliche Evolution im Lehrplan der AHS-Oberstufe nicht mehr explizit erwähnt wird, wird sie im Unterricht zeitlich und inhaltlich nur in einem geringen Ausmaß abgehandelt. Der Schwerpunkt liegt vor allem auf der Genetik, das Kapitel, das die SchülerInnen nach Angaben mancher LehrerInnen am meisten interessiert (Kapitel 3.2.1., Seite 37). Die interviewten BiologielehrerInnen aus Wien beispielsweise antworten auf die Frage nach dem zeitlichen Rahmen, in dem sie im Unterricht die menschliche Evolution behandeln, dass sie dieses Thema nur sehr wenig bis gar nicht einfließen lassen. Auch die Beurteilung des Wissens der SchülerInnen nach dem in Österreich eingesetzten Notenschlüssel geht mit diesem Resultaten konform. Die meisten der befragten MaturantInnen haben wenig Ahnung über Hominidenevolution. Wie das Wissen der GymnasiastInnen vor der Lehrplanreformation ausgesehen hat, kann leider nicht bestimmt werden. Die Begutachtung der damaligen Schulbücher und ein Vergleich mit den heutigen könnte vielleicht mehr Aufschluss darüber geben, ob umfangreicheres Wissen über menschliche Evolution zumindest in den Büchern Eingang fand.

Im Gegensatz zu den in Wien befragten LehrerInnen, gaben jene in Wiener Neustadt (NÖ) interviewten BiologielehrerInnen an, der Hominidenevolution mehr Zeit im Unterricht zu widmen als

der Durchschnitt der LehrerInnen. Einige der ProfessorInnen beschäftigten sich im gesamten Sommersemester der 12. Schulstufe mit Hominidenevolution und ließen die anderen im Lehrplan vorgegebenen Themen Genetik und Medizin etwas in den Hintergrund rücken. Diese Vorgehensweise stellt natürlich auch keinen optimalen Ansatz dar, aber eine Verbesserung des Unterrichts in der Form läge in greifbarer Nähe. Eine thematische Kombination dieser drei großen Gebiete, Evolution, Genetik und medizinische Themen, würde ein besseres Verständnis der SchülerInnen fördern. Keiner der Inhalte müsste zu Gunsten des anderen in den Hintergrund rücken. Die Verknüpfung verschiedener Themen des Biologieunterrichts und die Herstellung von Querverbindungen sind auch Vorgehensweisen, die die interviewten UniversitätsprofessorInnen und ExpertInnen empfehlen würden (Kapitel 3.1.1., Seite 29). Unsere Gene sind das Produkt einer langen Evolution und diese kann nur stattfinden, wenn bestimmte Gene unter bestimmten Umweltbedingungen selektiert werden. Die uns Menschen eigene Anatomie und Physiologie, unsere Geschlechtsdimorphismen und die Anfälligkeit für Krankheiten oder deren unterschiedliche Häufigkeiten in verschiedenen Populationen lassen sich durch die Betrachtung von evolutiven Mechanismen besser erklären und verstehen. Ein Zusammenhang mit heutzutage auftretenden, so genannten „Zivilisationskrankheiten“ mit unserer Entwicklungsgeschichte kann thematisiert und erforscht werden. Was sind die Gründe für die heute in der vor allem westlichen Welt herrschenden Krankheiten wie Diabetes, Karies, Herz-Kreislauferkrankungen? Eine weitere Möglichkeit, das Thema in den Schulunterricht vermehrt einfließen zu lassen, wäre auf die Wechselwirkung zwischen unserer Evolution und der sich damit veränderten Ernährung einzugehen. Wie hat sich die Ernährung verändert und welchen Einfluss hat das auf unserer physische Konstitution? Wodurch können die unterschiedlichen damit zusammenhängenden Krankheiten in den verschiedenen Regionen der Welt erklärt werden und was wäre eine besser angepasste Ernährung? Entspricht eine vegetarische Lebensweise wirklich unserem gesundheitlichen Erbe? Haben sich durch den Übergang von Jäger-Sammler-Gesellschaften hin zu Ackerbau und Viehzucht unsere Krankheiten verändert? Welche Lebensweise wäre für uns am gesündesten?

Eine andere Vorgehensweise der LehrerInnen, der menschlichen Evolution im Schulunterricht mehr Zeit zu widmen, sieht die Verlegung des Unterrichts bereits in die 10. Schulstufe vor. Diese Möglichkeit, Hominidenevolution vermehrt in den Unterricht einzubringen, könnte von allen Schulen ohne zusätzlichen materiellen oder zeitlichen Aufwand übernommen werden. An dieser Stelle sollte noch einmal erwähnt werden, dass die menschliche Evolution an österreichischen Gymnasien bereits in der 3. Klasse der Unterstufe behandelt werden sollte (siehe Kapitel 1., Seite 1; Kapitel 2.2., Seite 25). Da nach Meinung der UniversitätsprofessorInnen und ExpertInnen bereits jüngere SchülerInnen dieses Thema verstehen können, ergäbe sich hier eine Möglichkeit die Basics der menschlichen Evolution bereits in einer früheren Schulstufe zu vermitteln (Kapitel 3.1.1., Seite 29; Kapitel 3.4.1., Seite 109ff.). Einig sind sich die ExpertInnen und LehrerInnen hierbei, dass die Evolution, ein an sich eher schwierig zu begreifender Sachverhalt, altersadäquat aufzuarbeiten ist und sich wie eine roter Faden durch den gesamten Unterricht ziehen sollte (Kapitel 3.1.1., Seite 29; Kapitel 3.4.1., Seite 109).

Die Hälfte der befragten MaturantInnen sind am Biologieunterricht „interessiert“ (50%) und drei Viertel (75%) der SchülerInnen können sich für die menschliche Evolution begeistern. Dieses Resultat stellt eine sehr gute Ausgangssituation dar, das Thema in der schulischen Ausbildung ausführlicher zu behandeln. Die Frage stellt sich, ob ebenfalls die Hälfte der GymnasiastInnen, wenn sie zu einem anderen Kapitel des Biologieunterrichts befragt werden würden, Interesse am Biologieunterricht bekunden würde. Auf diese Frage können nur weitere Fragebogenstudien eine eindeutige Antwort liefern. Obwohl die wenigsten SchülerInnen alle Fragen korrekt beantworten konnten und bei Beurteilung der Ergebnisse nach schulischen Maßstäben 61% der Befragten ein *Nicht genügend* erhalten hätten, wurden einzelne Fragen doch von der Mehrheit der MaturantInnen korrekt beantwortet werden. Es wussten beispielsweise 70% der Befragten, dass der Schimpanse der nächste Verwandte des modernen Menschen ist und 79% konnten die relative Gehirngröße als ausschlaggebend für die Leistungsfähigkeit des Gehirns angeben (Kapitel 3.3.6., Seiten 79 und 84). Leider bilden diese beiden Ergebnisse nur eine Ausnahme, bei keiner der anderen Wissensfragen konnte mehr als die Hälfte der TeilnehmerInnen eine korrekte Antwort liefern.

Vor allem aktuellere Erkenntnisse, also neue naturwissenschaftliche Sichtweisen zur menschlichen Evolution aus den letzten zwanzig Jahren, konnten allerdings nur sehr wenige GymnasiastInnen korrekt beantworten. Folgende Gründe hierfür wären plausibel:

1. Fragen nach unserem ältesten Vorfahren oder dem Zeitpunkt der Entstehung des modernen Menschen waren in der Paläoanthropologie durch ständig neue Funde in den letzten beiden Jahrzehnten ständig im Umbruch, teilweise hat die Wissenschaft selbst noch kein abschließendes Bild entworfen. Dies macht verständlich, dass es für LehrerInnen schwierig ist, sich zu orientieren. Es bedarf vor allem eines relativ großen persönlichen Einsatzes, sich selbständig zu informieren und die neueren Erkenntnisse im Unterricht einzubauen. Darüber hinaus sind die an den Schulen verwendeten Lehrbücher meist lange Jahre im Gebrauch und teils nicht mehr bis gar nicht mehr aktuell.
2. Die Fragen dieses Fragebogens nach dem Wissen über die menschliche Evolution sind wenig detailliert, bei manchen könnte spekuliert werden, dass ein oberflächliches Allgemeinwissen zur Beantwortung reichen würde. Es wäre beispielsweise zu erwarten, dass ein/e frisch gebackene/r AbgängerIn einer österreichischen allgemeinbildenden, höheren Schule den ungefähren Zeitrahmen der Entstehung unserer eigenen Spezies einordnen kann (was in der Tat nur 10% der Befragten schafft) oder die Ausbildung einer Wirbelsäule kein Merkmal ist, dass nur uns Menschen kennzeichnet (immerhin 7% sind dieser Meinung). Andere Fragen wie nach dem zurzeit ältesten uns bekannten Vorfahren des Menschen oder der Ernährungsweise von Australopithecinen sind wohl nur bei intensiverer Beschäftigung mit dem Thema zu beantworten. Es ist anzunehmen, dass, wenn die LehrerInnen die menschliche Evolution nur zwei bis sechs Schulstunden im Unterricht behandeln, diese Details darin gar nicht vorkommen.

3. Die SchülerInnen informieren sich abseits der Schule anscheinend wenig über die Themen, die im Unterricht behandelt werden. Die Antworten auf die verschiedenen Fragen legen diese Vermutung nahe. Wie oben bereits erwähnt, würden 61% der MaturantInnen, wäre dieser Fragebogen ein Test gewesen, durchfallen. Es wäre allerdings kein großer Aufwand damit verbunden sich persönlich in der Materie weiterzubilden, das Angebot am Internet ist riesig (die Schlagworte "menschliche Evolution" liefern 567.000 Einträge in Google, "human evolution" gar 4.160.000 Einträge). Vor allem die Fragen nach den morphologischen Eigenheiten der Gattung Mensch sind Gegenstände populärwissenschaftlicher Fernsehdokumentationen und von Zeitschriftenartikeln (beispielsweise GEO, National Geographic, Spektrum der Wissenschaft). Des Weiteren liegen Querverbindungen zu medizinischen Aspekten nahe, warum unterscheiden sich beispielsweise Männer und Frauen in ihrer Physiologie oder welche gesundheitlichen Probleme sind durch unsere evolutionäre Entwicklung vorprogrammiert. Die besondere menschliche Anatomie könnte damit Thema in anderen Kapiteln des Biologieunterrichts und somit ein zeitgemäßer Bezug hergestellt werden.

Allerdings zeigen die Ergebnisse, dass auch diejenigen MaturantInnen, welche keinen Unterricht in menschlicher Evolution hatten, genauso über Wissen darüber verfügen können wie diejenigen, die damit konfrontiert wurden. Dies deutet darauf hin, dass es dennoch Jugendliche gibt, die sich privat näher mit dem Thema auseinandersetzen.

4. Die SchülerInnen besitzen natürlich nicht die Zeit, jedem Unterrichtsgegenstand die gleiche Aufmerksamkeit zu widmen. Dadurch leiden vor allem Themen die schon im Unterricht lediglich peripher vorgestellt werden. Außerdem beeinflusst die am Ende der 12. Schulstufe anstehende Matura vermutlich die Aufmerksamkeit der SchülerInnen für den noch ausständigen Biologieunterricht negativ. Durch die Verfassung der Spezialgebiete bleibt wenig Zeit und etwaige noch weniger Interesse, sich intensiver mit dem regulären Unterricht zu befassen. Darüber hinaus könnte die Frage nach dem späteren Nutzen des Wissens über Hominidenevolution im Raum stehen. Wie beeinflusst die menschliche Evolution das spätere Leben, wie hilfreich ist das Wissen darüber im Alltag? Allgemeinbildung ist ein attraktives Wort, aber welchen Wert legen die Jugendlichen darauf?

Die Verwendung von Anschauungsmaterialien im Schulunterricht österreichischer Gymnasien ist ein interessanter Aspekt dieser Arbeit. Die Resultate dieser Pilotstudie zeigen, dass diejenigen GymnasiastInnen, die mit Anschauungsmaterialien im Unterricht arbeiteten, auch mehr über die menschliche Evolution wissen. Der Zusammenhang zwischen den beiden Variablen hat einen Signifikanzwert von $p=0.029$ (siehe Kapitel 3.3.8, Seite 98f.). Des Weiteren zeigt sich bei einer weiteren Variablen (Interesse an Biologie) zumindest eine Tendenz hinsichtlich eines Zusammenhangs mit der Variablen „Wissen“ (Mann-Whitney-Test $p=0.088$, siehe Kapitel 3.3.8, Seite 103). Die Variablen „Schwerpunkt des besuchten Gymnasiums“, „Anzahl der Unterrichtsjahre in Biologie“, „Unterricht in menschlicher Evolution“, „Anzahl der Unterrichtsstunden in menschlicher Evolution“, „Verwendung von Abgüssen“ und „Interesse an menschlicher Evolution“ hatten hingegen keinen Einfluss auf das

abgefragte Wissen der MaturantInnen. Diese Resultate lassen darauf schließen, dass der Einsatz von Anschauungsmaterialien das Wissen der SchülerInnen steigern könnte, wodurch die Verwendung von Abgüssen hominider Fossilien und ähnlichen Lernbehelfen für den Unterricht zu begrüßen wäre. Der Einsatz von Lehrbehelfen, egal welcher Art, beeinflusst das Wissen der SchülerInnen positiv. Die Verwendung von Abgüssen unserer eigenen Vorfahren, wie beispielsweise *Australopithecus*, *Paranthropus*, *Homo erectus* und *Homo neanderthalensis* könnten somit eine wertvolle Unterstützung beim "Begreifen" der Inhalte repräsentieren. Auch neuere hominine Funde, die über die mögliche morphologische Variation innerhalb unserer eigenen Gattung informieren, wie etwa *Homo floresiensis*, sollten vorgestellt werden, ebenso Modelle unserer heute noch lebenden nächsten Verwandten, Gorilla, Orang Utan und Schimpanse.

Andere Lehrbehelfe wie Abbildungen und Dokumentationen wären eine gute Ergänzung, die den Einsatz von „handfesten“ Materialien aber nicht ersetzen können. Da viele der interviewten BiologielehrerInnen und 34% der befragten SchülerInnen Abgüsse im Unterricht zur Verwendung hatten, stellt sich die Frage nach der Aktualität und Qualität der Modelle, denn nur mit höherwertigen Abgüssen ist es sinnvoll im Unterricht zu arbeiten. Ein Grundproblem für das Verständnis unserer evolutiven Entwicklung ist die Abgrenzung und die systematische Klassifizierung, der gefundenen Fossilien. Wo fängt die eine Art an, wo hört die andere auf? Ist der Neandertaler ein *Homo sapiens* oder doch eine andere Art? Variation spielt hier eine große Rolle. Den SchülerInnen sollte klar gemacht werden, wie unterschiedlich diverse Populationen von uns heute lebenden Menschen aussehen können, obwohl wir unzweifelhaft eine einzige Art darstellen. Auf der anderen Seite kann vermittelt werden, wodurch sich beispielsweise der Neandertaler von uns unterscheidet, wenn wir ihn eingehend betrachten. Wichtig wäre hier nicht das Aufzählen von Listen unterschiedlicher Merkmale von diversen Spezies, sondern dass die SchülerInnen den roten Faden in unserer Evolution erkennen, beispielsweise die "Globularisierung" des Schädels anatomisch moderner Menschen im Gegensatz zu allen anderen Vorläufern wie *Homo erectus* oder Neandertalern. Es wäre auch leicht, die immer weiter fortschreitende Reduzierung unserer Kiefer und Zähne abzuleiten und beispielsweise mit dem medizinischen Thema von zunehmenden Zahnfehlstellungen in modernen Populationen zu verbinden. Mit Hilfe der Abgüsse kann Variation einleuchtend vermittelt werden. Wichtig hierbei ist die ergänzende Verwendung mit Aufgabenblättern, wie von den LehrerInnen gewünscht und verschiedenen ExpertInnen propagiert (Kapitel 3.1.1., Seite 33; Kapitel 3.2.1., Seite 41; Kapitel 3.4.1., Seite 111).

Dies führt zu einer weiteren Eigenheit der Paläoanthropologie, die schwierig zu bewältigen ist: Durch laufend neue Fossilfunde menschlicher Vorfahren muss der menschliche Stammbaum immer wieder korrigiert werden. Vielleicht ein interessantes Mittel, um diese Problematik den SchülerInnen vor Augen zu führen, wäre, sie anhand der vorhandenen Abgüsse, und auch mit Bildern, einen eigenen Stammbaum erstellen zu lassen, ohne vorher im Unterricht auf die einzelnen Spezies eingegangen zu sein. Diese Übung ließe sich übrigens auch auf andere Evolutionslinien in der Biologie, wie beispielsweise der Evolution der Pferde anwenden. Zusätzlich zum praktischen Arbeiten könnte diese Übung dazu führen, dass sich die MaturantInnen bewusst werden, wie lebendig und wandelbar die

Paläoanthropologie ist und so vielleicht mehr Interesse für diesen Zweig der Biologie entwickeln. Die Erstellung so eines Stammbaums könnte mithilfe spezieller Computerprogramme, die auch kostenlos im Internet herunterzuladen sind, erfolgen.

Überdies könnte der Computer in der Vermittlung der menschlichen Evolution eine größere Rolle spielen. Eine in den letzten Jahren neu aufgekommene Forschungsdisziplin in der menschlichen Evolution ist die „Virtuelle Anthropologie“ (Weber et Bookstein, 2011). Diese Methode dient, wie der Name schon sagt, der Arbeit mit virtuellen Kopien von Fossilien und modernen Hominiden am Computer. Ziel ist es, mit rein quantitativen Methoden die Formen freizulegen, zu vergleichen, oder im speziellen Fall auch zu rekonstruieren. Die 3D Objekte können im Computer gedreht, geschnitten, vermessen und fotografiert werden. Viele einfache Programme zur Manipulation von 3D Objekten sind als Freeware erhältlich. Da heutzutage bereits viele Schulen mit Computern arbeiten und die Jugendlichen sich auch privat damit beschäftigen, wäre der Einsatz der virtuellen Anthropologie im Biologieunterricht vielleicht förderliche Option. Computersimulationen sind für die MaturantInnen möglicherweise eine interessantere Methode, sich mit der Thematik zu beschäftigen. Überdies wird Informationstechnologie, so auch die Anschaffung von Computern an den Schulen seitens des BMUKK gefördert (siehe Kapitel 3.1.1., Seite 33).

Das Wissen über die menschliche Evolution wird von dem persönlichen Interesse und Einsatz der einzelnen SchülerInnen positiv beeinflusst. Wie aus den Resultaten der Fragebögen ersichtlich wurden, waren die zwei MaturantInnen, die sich im Rahmen ihres Spezialgebietes in Biologie mit der menschlichen Evolution befassten, in der Lage, neuere Erkenntnisse in diesem Forschungsfeld korrekt wiederzugeben (die Fragen nach dem ältesten Vorfahren des Menschen und dem Zeitpunkt der Entstehung des modernen Menschen (siehe Kapitel 3.3.6, Seite 80ff.)). Dieses Faktum könnte in der Aufbereitung des Biologieunterrichts von Bedeutung sein. Wecken die LehrerInnen schon am Anfang der schulischen Laufbahn der SchülerInnen das Interesse an Biologie, besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass die Aufmerksamkeit für die verschiedenen Kapitel der Evolution gesteigert werden kann. Experten der Didaktik könnten gemeinsam mit LehrerInnen die Aufbereitung des Lehrstoffes optimieren um den Unterricht für die SchülerInnen interessant und aufregend zu gestalten und ihr Wissen zu steigern. Auch der persönliche Einsatz der LehrerInnen spielt hierbei eine Rolle.

4.3. Befragung internationaler ExpertInnen und UniversitätsprofessorInnen

Neben der Befragung der MaturantInnen zum Thema menschliche Evolution, wurden auch ProfessorInnen der Universität Wien, ein Experte in der Biodidaktik, und nationale und internationale PaläoanthropologInnen zu dem Thema interviewt. Hierbei ging es vorrangig um die Vermittlung der Thematik, nicht nur im Schulunterricht, sondern auch in der universitären Ausbildung, und den Bildungsstand der Bevölkerung und StudentInnen des ersten Semesters Biologie bezüglich dieses Gegenstands wissenschaftlicher Forschung.

Zusammenfassend heben die UniversitätsprofessorInnen hervor, dass der zu unterrichtende Stoff altersadäquat behandelt werden muss. Momentan gestaltet sich der Unterricht in menschlicher Evolution so, dass er in Österreich in der Abschlussklasse des Gymnasiums stattfindet (BGBl.II Nr. 277/2004, Seite 53), sowie auch in Deutschland, wie Prof. Kattmann erzählte. In Deutschland gibt es für die Bundesländer keinen einheitlichen Lehrplan, eine Tatsache, die die Behandlung dieses Themas im Unterricht und die allen GymnasiastInnen gleiche Ausbildung in diesem Forschungsfeld erschweren könnte (siehe Kapitel 3.4.1., Seite 112).

Die Evolution sollte schon in der Unterstufe vermehrt Eingang in den Lehrplan finden, sind sich die deutschen und österreichischen ProfessorInnen einig, wobei es am wichtigsten wäre, den SchülerInnen einen Überblick über das Thema zu verschaffen und es wie einen roten Faden durch den gesamten Biologieunterricht zu ziehen. Dies wäre vermutlich auch für die GymnasiastInnen von Vorteil, da sie sich an Detailwissen nicht konkret erinnern können, wie die Ergebnisse der Befragung zeigen. Interessierte SchülerInnen können sie sich auch abseits der Schule näher mit dem Thema befassen.

Die Beschäftigung mit der menschlichen Evolution während der achtjährigen Mittelstufe könnte auch eher zunächst reservierte SchülerInnen für das Thema begeistern. Wenn Hominidenevolution nur gemeinsam mit zwei anderen Themen in der letzten Schulstufe schnell durchgenommen wird, kann die Aufmerksamkeit der GymnasiastInnen wahrscheinlich nicht gewonnen werden. Den Vorschlag, das Thema über acht Jahre „häppchenweise“ zu behandeln und am Schluss ein umfangreiches, fundamentiertes Wissen zu erlangen, scheint nach Meinung der UniversitätsprofessorInnen auf jeden Fall die bessere Lösung zu sein. Durch diese Vorgehensweise wäre es möglich, dass SchülerInnen durch die ständige Konfrontation mit dem Thema es besser in Erinnerung behalten und auch besser verstehen lernen.

Wie die Umsetzung in der Realität gelingen kann, können Schulversuche zeigen. Prof. Kattmann selbst hat schon Versuche zum Thema Evolution in der gymnasialen Unterstufe durchgeführt und konnte so zeigen, dass auch junge SchülerInnen in der Lage sind, dieses Thema zu begreifen (siehe Kapitel 3.4.1., Seite 110f.). Natürlich darf die Behandlung des Themas im Unterricht sich nicht in Details verlaufen, aber dennoch ist eine umfangreichere Beschäftigung mit dem Thema als es im Moment der Fall ist, wünschenswert und notwendig. Möglicherweise könnte eine Erhebung unter

SchülerInnen hierbei hilfreich sein, Themen, die diese Jugendlichen im Rahmen der Biologie interessieren, aufzuzeigen. Es gibt auch in dieser Befragung der MaturantInnen Hinweise, dass an Biologie interessierte SchülerInnen mehr Wissen aus dem Unterricht mitnehmen als diejenigen, die sich kaum dafür begeistern können (siehe Kapitel 3.3.8, Seite 104). Anschließend könnte, angelehnt an diese Resultate, der Lehrplan hinsichtlich der Ergebnisse neu gestaltet werden. Weiters wäre es anzudenken, menschliche Evolution auch in den berufsbildenden höheren Schulen zu behandeln. Da der Gegenstand Biologie nicht an den BHS unterrichtet wird, ist die Umsetzung dieses Gedankens jedoch problematisch (BGBl.II Nr. 242/1962, §47).

In Zusammenhang mit der umfangreicheren Behandlung dieses Themas im Unterricht steht die Bereitschaft der BiologielehrerInnen, dem Thema mehr Zeit im Unterricht zu widmen. Sie schilderten das vermehrte Interesse von SchülerInnen an einem Thema, wenn sie sich Wissen selbstständig erarbeiten dürfen. Dieser Ansatz würde sowohl LehrerInnen als auch SchülerInnen helfen, sich dem Thema anzunähern und Anschauungsmaterialien in den Unterricht einzubinden. Auch das Ergebnis der statistischen Auswertung lässt sich mit dem Wunsch der LehrerInnen gut vereinbaren. Eine häufigere Nutzung von Anschauungsmaterialien im Unterricht könnte sowohl das Wissen als auch das Interesse der SchülerInnen wecken, was wiederum das Wissen der Jugendlichen steigern könnte. Das Interesse der LehrerInnen beeinflusst zusätzlich die Bereitschaft der SchülerInnen, sich für ein Thema zu engagieren, schildern die UniversitätsprofessorInnen und Prof. Kattmann. Deswegen sollten sich die Vortragenden, auch wenn sie selbst dem zu behandelten Stoff wenig Beachtung schenken, die SchülerInnen das nicht merken lassen. Alle Themen des Biologieunterrichts sollten mit dem gleichen Maß an Begeisterung den Jugendlichen näher gebracht werden, umso das Interesse der SchülerInnen zu wecken und das im Unterricht zu erwerbende Wissen zu steigern. Jedes große Themengebiet sollte im gleichen Ausmaß behandelt werden. Akzente zu setzen ist legitim, darüber hinaus sollte aber kein anderes Thema vernachlässigt, wenn nicht sogar ausgelassen, werden. Wie der Unterricht interessant gestaltet werden kann lernen die LehramtskandidatInnen bereits auf der Universität. Eine Schwierigkeit stellt die Ausbildung der BiologielehrerInnen in menschlicher Evolution dar, da sie im Rahmen ihres Studiums keine verpflichtende Lehrveranstaltung zum Thema „Hominidenevolution“ besuchen müssen. Dadurch sind sie in diesem Forschungsfeld auch weniger geschult und besitzen selbst weniger Wissen, welches sie den SchülerInnen vermitteln können.

Bei der Frage nach dem Umfang und Inhalt des Unterrichts in menschlicher Evolution zeigen sich Unterschiede in den Meinungen der interviewten ProfessorInnen. Ein Teil sieht ein grundlegendes Verständnis für Evolution als ausreichend. Andere sind der Ansicht, dass die treibenden Kräfte hinter der Evolution und die Kenntnis der einzelnen vormenschlichen Spezies im Unterricht thematisiert werden muss. Die Befragten sind sich einig, dass die menschliche Evolution nicht das wichtigste Thema im Biologieunterricht sein sondern in einem zeitlich und inhaltlich angemessenen Rahmen in der Schule behandelt werden sollte. Die LehrerInnen sagten aus, dass die SchülerInnen vor allem die sprachliche und kulturelle Evolution des Menschen interessiere. Auch der Besuch von Ausstellungen wird von manchen MaturantInnen gewünscht und könnte den Unterricht auflockern. Themen wie Gesundheit, Medizin oder Umweltschutz könnten, ebenso wie Hominidenevolution, mehrere Jahre im

Gymnasium unterrichtet werden. „Nachhaltigkeit“ ist ein großer Aspekt. Eine Möglichkeit, die menschliche Evolution vermehrt im Unterricht einzubringen, wäre die Verknüpfung mit anderen Themen des Biologieunterrichts, so könnte die mögliche Co-Evolution von modernen Menschen und Haustieren mittels Querverbindungen im Unterricht Eingang finden. Querverweise zur allgemeinen Evolution könnten sogar noch hilfreicher sein: Welche rudimentären Organe besitzt der moderne Mensch, welche Funktion hatten sie früher, warum besitzt der Mensch in seiner ontogenetischen Entwicklung zeitweilig Kiemen, etc.? Diese und ähnliche Fragen könnten den SchülerInnen eine Ahnung vermitteln, wie die Evolution verlaufen ist und wie die verwandtschaftlichen Beziehungen sind. Der Zusammenhang Ernährung-Gehirn-Kultur und die gegenseitige Beeinflussung dieser Faktoren könnten ebenfalls von Interesse für die SchülerInnen sein.

Ein immenses Problem dürfte für die SchülerInnen die Beschäftigung mit den zeitlichen Dimensionen sein. So haben nicht nur über 90% die Frage nach dem Entstehungszeitpunkt des anatomisch modernen Menschen falsch beantwortet. Auch berichten einige ExpertInnen von der Schwierigkeit der Jugendlichen, geologische Epochen richtig einzuordnen. Dieser Umstand scheint wenig verwunderlich, da wahrscheinlich die meisten Menschen zunächst keinen Bezug zu diesen ewig anmutenden Zeitspannen haben. Dieser Tatsache könnte man sich jedoch durch wiederholtes Training annehmen, da ein Verständnis für geologische Zeiträume nicht nur wichtig für das Begreifen der Evolution ist, sondern auch generell hilft, unsere (doch relativ kurze) menschliche Existenz ins rechte Licht zu rücken.

Nach eingehender Betrachtung aller vorliegenden Ergebnisse und Aussagen der verschiedenen InterviewpartnerInnen tauchen unter anderem folgende Möglichkeit auf, die menschliche Evolution in einem größeren Umfang in der Schule zu unterrichten. Es könnte dieses Thema auf die Unterrichtsfächer Geschichte und Biologie aufgeteilt werden. Der Geschichtsunterricht der Oberstufe beginnt mit „*der griechisch-römischen Antike bis zum Ende des Mittelalters*“ (BGBl.II Nr. 277/2004, Seite 37). Hier bestünde die Möglichkeit, die menschliche Evolution ganz zu Beginn des Unterrichts in der 9. Schulstufe bereits einfließen zu lassen, wobei natürlich keine allzu detaillierte Behandlung möglich ist. Dennoch könnte am Beginn des Geschichtsunterrichts beispielsweise die erste Auswanderungswelle des menschlichen Vorfahren *Homo erectus* stehen. Die kulturelle Entwicklung, die Herstellung der Steinwerkzeuge und die verschiedenen Kulturstufen könnte ebenfalls in den Geschichtsunterricht mit einfließen und müsste im Biologieunterricht nicht behandelt werden. Durch die Aufteilung der verschiedenen Aspekte der menschlichen Evolution könnte dem Biologieunterricht beispielsweise mehr Zeit zur Behandlung der menschlichen Anatomie eingeräumt werden. Vielleicht würde es auch helfen, wenn Vertreter der Universität ein Mitspracherecht bei der Gestaltung der Lehrpläne besäßen. So könnten die Inhalte des Schulunterrichts an die der LehrerInnenausbildung angeglichen und eine gemeinsame Basis geschaffen werden.

Die Möglichkeit, sich mit der menschlichen Evolution innerhalb des Wahlpflichtfaches Biologie eingehender zu beschäftigen, wirft das Problem auf, dass nicht alle SchülerInnen am Wahlpflichtfach Teil nehmen und so das Wissen wieder nur den ohnehin stark interessierten SchülerInnen zugänglich

ist wie die befragten BiologielehrerInnen schildern (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 38f.). Im Sinne einer Allgemeinbildung wäre es aber wünschenswert, wenn den AbgängerInnen von österreichischen Gymnasien zumindest einige wenige Eckdaten unserer eigenen Menschwerdung bekannt wären, sprich Hominidenevolution im regulären Unterricht jedenfalls behandelt wird und dies auf einem vertretbar aktuellem Niveau. So kämen alle SchülerInnen einer Klasse damit in Kontakt und nicht nur ein paar Wenige, die sich ohnehin vermehrt für Biologie begeistern. Dennoch könnten im Wahlpflichtfach behandelte Themen mit für das allgemeine Verständnis der menschlichen Evolution nicht notwendigen, Aspekten der menschlichen Evolution in Zusammenhang gebracht werden. Ein Beispiel hierfür wäre die Verzweigung der homininen Spezies *Homo floresiensis*, anhand dessen sich sehr anschaulich zeigt, dass die evolutionären Kräfte nicht nur auf Pflanzen und Tiere sondern auch auf die menschlichen Spezies wirken.

Bei der Verwendung von Unterrichtsmaterialien abseits der Schulbücher sind die BiologielehrerInnen und UniversitätsprofessorInnen geteilter Ansicht. Die Wiener LehrerInnen gaben an, Abgüsse oder andere Lehrmittel fast nie im Unterricht zu gebrauchen, die Wiener Neustädter LehrerInnen dagegen schon, genauso wie 2/3 der befragten SchülerInnen. Prof. Kattmann sieht den alleinigen Gebrauch von fossilen Abgüssen kritisch. Für ihn und auch für die befragten BiologielehrerInnen wäre die Verwendung nur in Zusammenhang mit Aufgabenblättern im Unterricht sinnvoll.

Die Gründe für diese unterschiedlichen Erfahrungen mit dem Einsatz von Anschauungsmaterialien im Unterricht sind schwer zu erörtern. Es könnte sein, dass die für die Studie ausgewählten Schulen keine oder qualitative minderwertige Anschauungsmaterialien besitzen, sodass den LehrerInnen eine Verwendung im Unterricht nicht sinnvoll erscheint. Des Weiteren könnte die begrenzte Unterrichtszeit vom Gebrauch abhalten. Darüber hinaus ist im Lehrplan keine verpflichtende Verwendung von Lehrbehelfen vorgeschrieben. Die Anwendung solcher Anschauungsmaterialien fordert zusätzlich eine persönliche Aufarbeitung des Themas von Seiten der LehrerInnen neben der Behandlung des regulären Biologieunterrichts mit Hilfe des Schulbuchs.

Die Resultate der Fragebögen zeigen, dass hauptsächlich DVDs und Videos im Unterricht gezeigt werden. Dieses Ergebnis korreliert mit den Antworten der LehrerInnen. Die Verwendung dieser Lehrmittel schont den Einsatz der Lehrer und ist unter Umständen dennoch effektiv. Durch den Gebrauch dieser Unterrichtsbehelfe ist des Weiteren der aktuellste Stand der Wissenschaft gewährleistet. Jedenfalls zeigt sich in den Ergebnissen, dass der Einsatz von Unterrichtsbehelfen das Wissen der SchülerInnen positiv beeinflusst. Unserer Resultate weisen darauf hin, dass MaturantInnen, die im Unterricht mit Anschauungsmaterialien arbeiten, mehr über die menschliche Evolution wissen als diejenigen, die keine Lehrbehelfe verwendeten.

LehrerInnen und SchülerInnen sind prinzipiell an neuen Lehrmitteln interessiert. Das sollte nicht übergangen werden. Es deutete auf den Wunsch beider Gruppen hin, den Unterricht lebendiger zu gestalten, wobei die Verwendung von Anschauungsmaterialien in diesem Zusammenhang dem besseren Merken und Verarbeiten des Unterrichtsstoffes dient und Evolution so buchstäblich

"begriffen" werden kann. Des Weiteren sind Ausflüge in Museen und Sammlungen von den SchülerInnen gewünscht, einige der befragten GymnasiastInnen gaben an, Exkursionen in Sonderausstellungen zum Thema Hominidenevolution unternommen zu haben. Dies könnte vor allem in der 12. Schulstufe zusätzlichen Nutzen zum Frontalunterricht bringen.

4.4. Zusammenfassende Bemerkungen

Die Vermittlung des Wissens über Hominidenevolution bildet eine Art Kreislauf.

BiologielehrerInnen sowie PaläoanthropologInnen in Österreich lernen im Rahmen ihrer universitären Ausbildung die Grundlagen der Hominidenevolution. Die ExpertInnen vertiefen sich im Laufe ihres Studiums noch weiter in diese Thematik, die LehramtskandidatInnen hingegen lernen andere Disziplinen der Biologie kennen. Beide geben ihr so erworbenes Wissen an andere weiter, in dem sie entweder SchülerInnen in den Schulen oder StudentInnen an den Universitäten ausbilden.

Da LehrerInnen allerdings über Wissen in allen Gebieten der Biologie verfügen müssen und dadurch die Weiterbildung nicht in jedem Thema im gleichen Ausmaß erfolgen kann, leidet meist auch die Aktualität des unterrichteten Stoffes darunter. Ein möglicher Lösungsansatz wäre, dass ExpertInnen, in diesem Fall, PaläoanthropologInnen, die LehrerInnen ein- oder zweijährlich über die neuesten Erkenntnisse in diesem Forschungsfeld in Kenntnis setzen, beispielsweise durch Workshops. Zeitgleich wäre die Vermittlung der didaktischen Aufbereitung dieses Stoffes durch ExpertInnen eine Bereicherung. Gemeinsam könnten BiologielehrerInnen, ExpertInnen der Fachdidaktik und UniversitätsprofessorInnen den Lehrplan modifizieren. So ist eine Angleichung der Ausbildung der BiologielehrerInnen und derjenigen der SchülerInnen möglich. Auch die Behandlung der Evolution in jeder Schulstufe der Gymnasien könnte hier ein langfristiges Ziel sein.

Oft besteht das Problem, dass die verwendeten Schulbücher nicht auf dem aktuellen Stand sind. Dieses Problem könnte ebenfalls durch jährliche Workshops, in denen die LehrerInnen weitergebildet werden, kompensiert werden. Weiters wäre es auch hier empfehlenswert, den Stoff didaktisch korrekt aufzuarbeiten und so den SchülerInnen einen Anreiz zu bieten, sich dem Buch auch in der Freizeit zu widmen. Auch Ausflüge mit den SchülerInnen in Museen oder Ausstellungen, wie von ihnen selbst gewünscht, oder sogar der Besuch einer Vorlesung und Vorträge zum Thema menschliche Evolution wäre eine willkommene Abwechslung und dienen der „Belebung“ des Stoffes.

Die Gestaltung und Verwendung von Lehrmittel zur Veranschaulichung des Unterrichtgegenstands sollte ebenfalls in Kooperation von ExpertInnen und LehrerInnen erfolgen. Die Anschauungsmaterialien, die momentan in den Schulen in Gebrauch sind, sind zum Teil nicht aktuell oder auf Grund ihrer minderen Qualität wenig brauchbar. Neue Abgüsse der wichtigsten Hominiden in guter Qualität. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen jedenfalls, dass der Einsatz von Lehrbehelfen im Biologieunterricht das Wissen der SchülerInnen über den behandelten Stoff steigern kann.

Religiöse Schöpfungstheorien wie ID und Kreationismus haben in Österreich (noch) wenig Einfluss. Die biologische Evolution des Menschen wird, zumindest in Ansätzen, fast überall unterrichtet. Aus den Interviews wird aber ersichtlich, dass Evolution eher zu den am Rückzug befindlichen Themen gehört, da beispielsweise Genetik und Mikrobiologie immer mehr Raum fordern und die SchülerInnen, nach Aussagen einiger der interviewten BiologielehrerInnen, an diesen Themen auch Gefallen finden (siehe Kapitel 3.2.1., Seite 38f.). Es gibt, im Gegensatz zu den Vereinigten Staaten von Amerika,

sowohl einen verpflichtenden Biologie-, als auch Religionsunterricht (letzterer allerdings mit der Möglichkeit zur Abmeldung), in denen die jeweiligen Theorien zur Entstehung des Lebens und des Menschen behandelt werden können (BGBl.II Nr. 61/1962, S.1184).

Durch die Resultate dieser Studie konnte gezeigt werden, dass das Wissen der österreichischen GymnasiastInnen über die menschliche Evolution nicht vom thematischen Schwerpunkt der Schule abhängt. Dieses Ergebnis ist ein wenig verblüffend und regt zu einer intensiveren Betrachtung an. Der zeitliche Rahmen, in dem das Thema Evolution behandelt wird, ist ausbaufähig, was schon jetzt von einigen ExpertInnen gewünscht wird. Die Verwendung von Anschauungsmaterialien als Stütze im Unterricht finden sowohl ExpertInnen, LehrerInnen und SchülerInnen sinnvoll. Ein vermehrter Einsatz von Lehrbehelfen im Unterricht wird von allen angestrebt und zusätzlich durch die Resultate dieser Studie gestützt. SchülerInnen, die Anschauungsmaterialien im Unterricht gebrauchten, besitzen ein größeres Wissen über die Thematik als diejenigen, die ohne Lehrbehelfe arbeiteten.

5. ZUSAMMENFASSUNG

5.1. Zusammenfassung deutsch

Das Thema menschliche Evolution ist ein schnell wandelbares Feld der Forschung, das die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf sich zieht, da Berichterstattungen neuer Funde unserer Vorfahren sich laufend in den Medien finden. Unsere gemeinsame Abstammung mit den modernen Menschenaffen gilt heutzutage als gesichert. In den letzten Jahren hat sich allerdings eine Gegenströmung etabliert, die die Evolutionslehre im Sinne Darwins in Zweifel zieht. Anhänger religiöser Schöpfungstheorien, wie Intelligent Design und Kreationismus, greifen in den USA in die Ausbildung in Biologie an öffentlichen Schulen ein. Auch die Akzeptanz der Bevölkerung hinsichtlich der darwinschen Evolutionstheorie ist eher im Schwinden als im Ansteigen begriffen. Dies ist mittlerweile nicht mehr ausschließlich ein Phänomen in den USA, sondern auch der alten Welt, wie Beispiele aus Polen und der Türkei zeigen. Die vorliegende Studie beschäftigt sich daher mit Aspekten der Ausbildung der heimischen SchülerInnen in Hominidenevolution. Die menschliche Evolution wurde in der letzten Lehrplanreform für die AHS stark gekürzt. Auf Grund der oben geschilderten Entwicklungen sollte aber im Gegenteil die Ausbildung in menschlicher Evolution an Schulen, aber auch generell die Weiterbildung der Bevölkerung, ein wichtiges Anliegen sein. Ziel dieser Studie war es herauszufinden, wie die Ausbildung in Hominidenevolution in den Abschlussklassen der allgemeinbildenden Schulen in Österreich zurzeit aussieht.

157 MaturantInnen allgemeinbildender höherer Schulen in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark und Wien wurden für diese Studie herangezogen. Das Ausmaß des Wissens österreichischer gymnasialer MaturantInnen bezüglich der menschlichen Evolution wurde mittels Fragebögen erhoben, ebenso wie Fragen über den Unterricht in Hominidenevolution und nach den allgemeinen Merkmalen des Biologieunterrichts. Dieses Bild wurde erweitert durch die Befragungen mit den an der Universität Wien für die Ausbildung der BiologielehramtskandidatInnen verantwortlichen Universitätsprofessoren, sowie Befragungen einzelner BiologielehrerInnen österreichischer Gymnasien. Zusätzlich wurde ein Interview mit Prof. Kattmann, einem Experten der Didaktik in Biologie geführt. Abschließend wurden nationale und internationale PaläoanthropologInnen ersucht, ihre Erfahrung über das Wissen der StudentInnen bezüglich dieses Themas und die Situation der schulischen Ausbildung in ihrem Land zu schildern.

Die Ergebnisse zeigen, dass 87% der österreichischen AHS-MaturantInnen das Thema menschliche Evolution im Unterricht behandeln und 75% aller SchülerInnen daran interessiert sind, wie auch die interviewten BiologielehrerInnen bestätigen können. Der Großteil der befragten SchülerInnen weiß über zwei wichtige Aspekte der menschlichen Evolution Bescheid: Der nächste heute lebende Verwandte des modernen Menschen ist der Schimpanse und die relative Größe des Gehirns steht in Zusammenhang mit seiner Leistungsfähigkeit. Andere, auch einfache Fragen (beispielsweise nach dem ungefähren Zeitraum der Entstehung unserer eignen Art) zur Hominidenevolution können sie jedoch größtenteils nicht korrekt beantworten, weit weniger als die Hälfte der Befragten wusste die

richtigen Antworten auf die anderen Wissensfragen, manche Fragen konnten nur von einer absoluten Minderheit korrekt beantwortet werden. Dies führt zu dem Ergebnis, dass, wäre dieser Fragebogen ein Test im Biologieunterricht gewesen und nach schulischen Kriterien benotet worden, 61% der SchülerInnen mit einem "Nicht genügend" beurteilt worden wären. Es entsteht der Eindruck, dass hier durchaus Aufholbedarf besteht. Generell zeigt sich, dass zwar die meisten der befragten SchülerInnen mit menschlicher Evolution im Unterricht konfrontiert werden, aber nur wenig über neuere Erkenntnisse(etwa der letzten 10 Jahre) in diesem Forschungsfeld informiert sind und veraltetes Wissen sich auch sehr lange halten kann. Der Biologieunterricht findet in jeder der befragten Schulen in einem ähnlichen Ausmaß statt. Drei Jahre dauert er in der Oberstufe, zwei bis vier Stunden werden insgesamt in der Oberstufe dem Thema menschlicher Evolution im Schnitt gewidmet. Anschauungsmaterialien, wie bildliche und schriftliche Ergänzungen in Gestalt von Fernsehdokumentationen und Powerpointpräsentationen, werden oft verwendet. Abgüsse fossiler menschlicher Funde sind im Unterricht zu knapp 34% in Verwendung, da sie nach den Schilderungen mancher BiologielehrerInnen zeitaufwändig und für die SchülerInnen wenig informativ sind. Generell wären die LehrerInnen an der Verwendung neuer Lehrmittel interessiert, vorausgesetzt sie werden gemeinsam mit Aufgabenblättern in den Unterricht eingebunden. Der finanzielle Aspekt spielt bei der Anschaffung neuer Lehrmittel allerdings eine nicht unbedeutende Rolle.

Die Ausbildung der LehramtskandidatInnen in menschlicher Evolution gestaltet sich rudimentär, da es keine gesonderte, verpflichtende Vorlesung zu diesem Thema im Rahmen ihres Studiums gibt. Die befragten UniversitätsprofessorInnen können das bestätigen. Wird nun der Wissensstand der Diplom-Studentinnen der Biologie und ähnlicher Disziplinen betrachtet, zeigen die Erkenntnisse der internationalen ExpertInnen, dass ihre StudentInnen zu Studienbeginn, wenn überhaupt, wenig über die menschliche Evolution wissen. Auch ist die Ausbildung an den Colleges in den Vereinigten Staaten hinsichtlich Hominidenevolution äußerst rudimentär, wie einige ExpertInnen zu berichten wissen. In Österreich gestaltet sich die Situation ähnlich, wobei aber zu erwähnen ist, dass die StudentInnen zumindest mit einem Basiswissen zu diesem Thema beginnen. Dies bezieht sich auf die Absolventen allgemeinbildender, höherer Schulen, da in den berufsbildenden höheren Schulen kein Biologieunterricht stattfindet. Die befragten ProfessorInnen, besonders die PaläoanthropologInnen der USA, sind der Ansicht, dass Hominidenevolution auf jeden Fall Bestandteil des schulischen Lehrplanes sein sollte. Bei der Frage nach dem Ausmaß, sind sie sich nicht ganz einig. Dennoch sind die ProfessorInnen der Meinung, dass auch schon jüngere SchülerInnen, im Alter ab zehn Jahren, die menschliche Evolution begreifen können und das Thema sich wie ein roter Faden durch den Biologieunterricht aller Schulstufen ziehen sollte. Auf die geologischen Zeiträume sollte ein besonderes Augenmerk gerichtet werden, da die SchülerInnen gewisse Verständnisprobleme damit haben.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die menschliche Evolution an den Schulen unterrichtet wird, wenngleich auch in einem rudimentären Ausmaß und mit wenig Bezug zu aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen. Die religiösen Schöpfungstheorien ID und Kreationismus dürften in Österreich noch keinen allzu großen Einfluss ausüben. Da die SchülerInnen an Hominidenevolution

und an Biologie allgemein durchaus sehr interessiert sind, ergibt sich hier ein Ansatz zur Verbesserung des Unterrichts. Dieses Interesse beeinflusst das Wissen der SchülerInnen positiv und sollte gefördert werden. Hominidenevolution könnte bereits in der Unterstufe unterrichtet werden, am besten begleitend zu anderen Themen der Biologie, da Kinder in diesem Alter durchaus in der Lage sind, diesen Stoff zu begreifen. Querverbindungen von der Evolution zu anderen Themen können das Verständnis für diesen doch komplexen Sachverhalt fördern und auf der anderen Seite medizinische und genetische Themen viel verständlicher machen. Die Frage "Was ist der Mensch?" kann nur beantwortet werden, wenn seine Evolution mit einbezogen wird (Simpson 1966). Andernfalls bleibt der Biologieunterricht eine verkürzte Sicht auf das "Wie funktionieren wir", aber lässt alles im Dunkeln was das "Warum funktionieren wir so" betrifft.

Die Verwendung von Unterrichtsbehelfen, unter anderem auch brauchbarer Abgüsse menschlicher Fossilien, sollte im Unterricht forciert werden. In Zusammenhang mit Aufgabenblättern wäre es den SchülerInnen möglich, mit Hilfe von Abgüssen fossiler Schädel und postcranialen Knochen sich Wissen selbstständig anzueignen. Unsere Resultate zeigen, dass ein starker Zusammenhang zwischen der Verwendung von Anschauungsmaterialien und dem Wissen über menschliche Evolution besteht. Weitere Verbesserungsvorschläge könnten zukünftig von UniversitätsprofessorInnen der Paläoanthropologie und BiologielehrerInnen im Rahmen einer Arbeitsgruppe entwickelt werden. Auch scheint das Interesse der SchülerInnen an Biologie eine gewisse positive Rolle bei der Vermittlung des Wissens in Hominidenevolution zu spielen. Weitere Studien könnten über diesen Sachverhalt konkretere Ergebnisse liefern.

5.2. Summary

“Human evolution” is a very fast developing and changing domain in science which attracts attention all over the place. Every new finding of one of our fossil relatives is followed by press coverage. We can be sure about the fact of biological evolution and even about the existence of a common ancestor of modern humans and great apes, although it has not yet been recovered. Nevertheless, Darwin’s theory of evolution gets challenged in the last years. Two religious creation myths, Intelligent Design and Creationism, gained more and more acceptance in the USA over the last years and this already influenced the education in biology at US-American high schools. People in the US lose their faith in Darwin’s theory of life. This situation is not only limited to the United States and starts to appear also in Europe, e.g. in Poland and Turkey. This study therefore deals with aspects of the education in hominid evolution at Austrian secondary schools, the so called “Gymnasium”. The last reform of the syllabus for biology lessons in those secondary schools resulted in a strong reduction of the topic human evolution. However, with regard to the developments mentioned above, there should be a vital interest of developed societies to promote general education in higher schools as well as the education of the general public with regard to its own biological origins, and, of course, to consider the related training at universities. The goal of this study was to gain an overview how Austrian pupils in secondary schools are educated regarding the topic human evolution. Furthermore, the educational design in this area was of interest for this paper.

157 pupils at the end of their final school year (“Maturaklasse”) of four Austrian federal states, Lower Austria, Upper Austria, Styria and Vienna, were asked to fill in a questionnaire. One part of the questions dealt with the general structure of the class and the education in biology (how many years of education in biology, how many lessons handling human evolution, etc.). The second part of the questionnaire tried to assess the pupil’s actual knowledge in human evolution. Moreover, interviews with University teachers, who are responsible for the education of future biology teachers at the University of Vienna, experts in palaeoanthropology, biology teachers in Austrian higher schools, and one expert in didactics (Prof. Kattmann) were included. The international experts in palaeoanthropology should describe the situation in their countries, their experience with first year students, and their opinion about what should be taught in human evolution.

Results show that 75% of the Austrian pupils included in this study are generally interested in human evolution and 87% covered the topic in school, as was also confirmed by the teachers. Most of the pupils were aware of two important facts: our closest living relative is the chimpanzee, and the relative size of the brain correlates with its performance. Other, even simple questions (as, for instance, the approximate period when our own species emerged) could not be answered correctly by even a half of the pupils, some other questions only by an absolute minority of one or two individuals. This leads to the result that, if this questionnaire would have been an exam corrected by academic criterias, 61% of all pupils would have failed this test. It seems that there is a need to catch up. In general it could be shown that most of the pupils got in touch with the topic human evolution but they were not informed well about current findings (from the last ten or twenty years) in this field of research while outdated

"wisdom" may persist for a long time. The extent to which biology lessons were conducted in the schools involved in this study was quite similar. On average, biology is taught three years in higher schools, two to four hours (in total) are devoted to the topic human evolution. Demonstration materials like written und visual supplementations in the shape of TV-documentations und Powerpoint-presentations are used frequently. Casts of human fossils are used more rarely (only about 34%) because they need too much time for handling and, as some teachers claim, are not very informative. In general, the polled teachers would be interested in new teaching aids but only if they are offered together with working sheets for the class. The financial aspect also seems to be an important part in the acquirement of new demonstration materials.

The training of future teachers at universities can be characterised as being rudimentary with regard to human evolution. There is no obligatory particular course regarding this topic during their education. The interviewed university professors can confirm this situation and add that beginning students in biology have very little knowledge about human evolution. The education at the colleges in the United States is also similarly rudimentary, as some experts reported.

The results here concern only alumni of secondary schools which focus on general education because there is no biology class at all in many professional schools (for instance technical schools). The polled university professors, especially the paleoanthropologists in the US, think that human evolution should be part of the school curriculum in any case. With regard to the extent of such an education, experts do not agree. Nevertheless, the professors are in complete agreement that younger pupils, approximately from year ten of age, are able to understand human evolution and that the topic should be a central theme in all biology classes with connexions to other fields as well. The attention also should be drawn on geological epochs because the pupils have comprehension problems with this field of science.

The results of this pilot study show that human evolution is taught at higher schools although to a minor extent and often with only little relation to current scientific developments. The religious creation myths like ID and creationism do not seem to have a big influence in our sample. There is a good chance for improvement since results document the high interest of pupils in biology and human evolution. This interest influences the knowledge of the pupils in a positive way and should be brought forward. Education in human evolution could be started already in lower grades because children of this age are likely able to understand this topic, especially in companion with other topics in biology. Cross links from evolution to other topics might improve the understanding of this complex issue considerable and at the same time create comprehension in other topics such as medicine or genetics. The question "What is the human being?" can only be answered if evolution is considered (Simpson, 1966). Otherwise the biology class offers only a shortened view on the question "how do we function", but it does not shed light on the question "Why are we functioning this way?".

The frequency for using demonstration materials, among them for instance quality casts of human fossils, should be increased in the education of human evolution in higher schools. In combination with

working sheets the pupils would be able to acquire knowledge on their own by using casts of hominid skulls and postcranial elements. Our results show that there is a strong correlation between the use of demonstration materials and the knowledge about human evolution. Further suggestions for improvements could be developed in a collaboration of paleoanthropologists and biology teachers. The available interest of the individual pupils for biology plays an important role in the transfer of knowledge. Further studies could provide more detailed data in this respect.

6. LITERATURLISTE

- AIELLO, L. C., and P. ANDREWS (2000): "The Australopithecines in Review," *Human Evolution*, 15, 17-38.
- AIELLO, L. C., and B. A. WOOD (1994): "Cranial Variables as Predictors of Hominine Body Mass," *American Journal of Physical Anthropology*, 95, 409-426.
- ALEMSEGED, Z., F. SPOOR, W. H. KIMBEL, R. BOBE, D. GERAADS, D. REED, and J. G. WYNN (2006): "A Juvenile Early Hominin Skeleton from Dikika, Ethiopia," *Nature*, 443, 296-301.
- ALLMON, W. D. (2005): "Evolution and Creationism: A Guide for Museum Docents, Version 3.0.," Museum of the Earth, Ithaca, NY.
- ANDREWS, P. (1984): "An Alternative Interpretation of the Characters Used to Define Homo Erectus," *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, 69, 167-175.
- ANDREWS, P., and J. E. CRONIN (1982): "The Relationships of Sivapithecus and Ramapithecus and the Evolution of the Orang-Utan," *Nature*, 297, 541-546.
- ANTÓN, S. C. (2003): "Natural History of Homo Erectus," *American Journal of Physical Anthropology*, 122, 126-169.
- ARGUE, D., D. DONLON, C. GROVES, and R. WRIGHT (2006): "Homo Floresiensis: Microcephalic, Pygmoid, Australopithecus, or Homo?," *Journal of Human Evolution*, 51, 360-374.
- ARMITAGE, S. J., S. A. JASIM, A. E. MARKS, A. G. PARKER, V. I. USIK, and H.-P. UERPMANN (2011): "The Southern Route 'Out of Africa': Evidence for an Early Expansion of Modern Humans into Arabia," *Science*, 331, 453-456.
- ASFAW, B., Y. BEYENE, G. SUWA, R. C. WALTER, T. D. WHITE, G. WOLDEGABRIEL, and T. YEMANE (1992): "The Earliest Acheulean from Konso-Gardula," *Nature*, 360, 732-735.
- ASFAW, B., W. H. GILBERT, Y. BEYENE, W. K. HART, P. R. RENNE, G. WOLDEGABRIEL, E. S. VRBA, and T. D. WHITE (2002): "Remains of Homo Erectus from Bouri, Middle Awash, Ethiopia," *Nature*, 416, 317-320.
- ASFAW, B., T. WHITE, O. LOVEJOY, B. LATIMER, S. SIMPSON, and G. SUWA (1999): "Australopithecus Garhi: A New Species of Early Hominid from Ethiopia," *Science*, 284, 629-635.
- BARDAPURKAR, A. (2008): "Do Students See the "Selection" in Organic Evolution? A Critical Review of the Causal Structure of Student Explanations," *Evolution: Education and Outreach*, 1, 299-305.
- BARRY, J. C., M. E. MORGAN, L. J. FLYNN, D. PILBEAM, A. K. BEHRENSMEYER, S. M. RAZA, I. A. KHAN, C. BADGLEY, J. HICKS, and J. KELLEY (2002): "Faunal and Environmental Change in the Late Miocene Siwaliks of Northern Pakistan," *Paleobiology*, 28, 1-55.
- BAYRHUBER, H., D. FELDERMANN, U. KULL, AND G. LIEBETREU, et al. (2007): *Linder Biologie* 3, E.Dorner Verlag, 115-132.
- BEGUN, D. R. (1992): "Dryopithecus Crusafonti Sp. Nov., a New Miocene Hominoid Species from Can Ponsic (Northeastern Spain)," *American Journal of Physical Anthropology*, 87, 291-309.
- (1994): "Relations among the Great Apes and Humans: New Interpretations Based on the Fossil Great Ape Dryopithecus," *American Journal of Physical Anthropology*, 95, 11-63.

- BEGUN, D. R. (2007): "Fossil Record of Miocene Hominoids," *Handbook of Paleoanthropology Vol. 2*, 921-977.
- BEGUN, D. R., and L. KORDOS (1997): "Phyletic Affinities and Functional Convergence in Dryopithecus and Other Miocene and Living Hominids," *Function, Phylogeny and Fossils: Miocene Hominoid Evolution and Adaptations*, 291-316.
- (2004): "Cranial Evidence of the Evolution of Intelligence in Fossil Apes," *The Evolution of Thought: Evolutionary Origins of Great Ape Intelligence*, 260-279.
- BELLOMO, R. V. (1994): "Methods of Determining Early Hominid Behavioral Activities Associated with the Controlled Use of Fire at Fxjj 20 Main, Koobi Fora, Kenya," *Journal of Human Evolution*, 27, 173-195.
- BELMAKER, M., E. TCHERNOV, S. CONDEMI, and O. BAR-YOSEF (2002): "New Evidence for Hominid Presence in the Lower Pleistocene of the Southern Levant," *Journal of Human Evolution*, 43, 43-56.
- BERGER, L. R., D. J. DE RUITER, S. E. CHURCHILL, P. SCHMID, K. J. CARLSON, P. H. G. M. DIRKS, and J. M. KIBII (2010): "Australopithecus Sediba: A New Species of Homo-Like Australopithecus from South Africa," *Science*, 328, 195-204.
- BERGER, L. R., R. LACRUZ, and D. J. DE RUITER (2002): "Brief Communication: Revised Age Estimates of Australopithecus-Bearing Deposits at Sterkfontein, South Africa," *American Journal of Physical Anthropology*, 119, 192-197.
- BERGER, L. R., and P. V. TOBIAS (1996): "A Chimpanzee-Like Tibia from Sterkfontein, South Africa and Its Implications for the Interpretation of Bipedalism in Australopithecus Africanus," *Journal of Human Evolution*, 30, 343-348.
- BERMUDEZ DE CASTRO, J. M., J. L. ARSUAGA, E. CARBONELL, A. ROSAS, I. MARTÍNEZ, and M. MOSQUERA (1997): "A Hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: Possible Ancestor to Neandertals and Modern Humans," *Science*, 276, 1392-1395.
- BGBL I—Nr. 371/1974: "<http://www.ris.bka.gv.at/Bgbl-Pdf/>".
- Nr. 472/1986: "<http://www.ris.bka.gv.at/Bgbl-Pdf/>".
- Nr. 63/1989: "<http://www.ris.bka.gv.at/Bgbl-Pdf/>".
- Nr. 120/2002: "<http://www.ris.bka.gv.at/Bgbl-Pdf/>".
- Nr. 74/2006: "<http://www.ris.bka.gv.at/Bgbl-Pdf/>".
- BGBL II—Nr. 242/1962: "<http://www.ris.bka.gv.at/Bgbl-Pdf/>".
- Nr. 289/1969: "<http://www.ris.bka.gv.at/Bgbl-Pdf/>".
- Nr. 133/2000: "<http://www.ris.bka.gv.at/Bgbl-Pdf/>".
- Nr. 283/2003: "<http://www.ris.bka.gv.at/Bgbl-Pdf/>".
- Nr. 277/2004: "<http://www.ris.bka.gv.at/Bgbl-Auth/>".
- BLACK, D. (1926): "Tertiary Man in Asia: The Chou Kou Tien Discovery [6]," *Nature*, 118, 733-734.
- BLUMENSCHINE, R. J., C. R. PETERS, F. T. MASAO, R. J. CLARKE, A. L. DEINO, R. L. HAY, C. C. SWISHER, I. G. STANISTREET, G. M. ASHLEY, L. J. MCHENRY, N. E. SIKES, N. J. VAN DER MERWE, J. C. TACTIKOS, A. E. CUSHING, D. M. DEOCAMPO, J. K. NJAU, and J. I. EBERT (2003): "Late Pliocene Homo and Hominid Land Use from Western Olduvai Gorge, Tanzania," *Science*, 299, 1217-1221.

- BOLUS, M., and N. J. CONARD (2001): "The Late Middle Paleolithic and Earliest Upper Paleolithic in Central Europe and Their Relevance for the out of Africa Hypothesis," *Quaternary International*, 75, 29-40.
- BORCZYK, B. (2010): "Creationism and the Teaching of Evolution in Poland," *Evolution: Education and Outreach*, 3, 614-620.
- BOWMAN, K. L. (2008): "The Evolution Battles in High-School Science Classes: Who Is Teaching What?," *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6, 69-74.
- BRAIN, C. K., and P. SHIPMAN (1993): "The Swartkrans Bone Tools," *Swartkrans. A Cave's Chronicle of Early Man*, 8, 195-215.
- BRÄUER, G., and M. SCHULTZ (1996): "The Morphological Affinities of the Plio-Pleistocene Mandible from Dmanisi, Georgia," *Journal of Human Evolution*, 30, 445-481.
- BROMHAM, L., and M. CARDILLO (2007): "Primates Follow the 'Island Rule': Implications for Interpreting Homo Floresiensis," *Biology letters*, 3, 398-400.
- BROOM, R. (1937): "The Sterckfontein Ape [6]," *Nature*, 139, 326.
- (1949): "Another New Type of Fossil Ape-Man [1]," *Nature*, 163, 57.
- BROOM, R., and J. T. ROBINSON (1949): "A New Type of Fossil Man [20]," *Nature*, 164, 322-323.
- BROWN, F., J. HARRIS, R. LEAKEY, AND A. WALKER "Early Homo erectus skeleton from west Lake Turkana, Kenya," *Nature*, 316, 788-792.
- BROWN, P., T. SUTIKNA, M. J. MORWOOD, R. P. SOEJONO, JATMIKO, E. W. SAPTOMO, and R. A. DUE (2004): "A New Small-Bodied Hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia," *Nature*, 431, 1055-1061.
- BRUNET, M., A. BEAUVILAIN, Y. COPPENS, E. HEINTZ, A. H. E. MOUTAYE, and D. PILBEAM (1995): "The First Australopithecine 2,500 Kilometres West of the Rift Valley (Chad)," *Nature*, 378, 273-275.
- BRUNET, M., F. GUY, D. PILBEAM, H. T. MACKAYE, A. LIKIUS, D. AHOUNTA, A. BEAUVILAIN, C. BLONDEL, H. BOCHERENS, J. R. BOISSERIE, L. DE BONIS, Y. COPPENS, J. DEJAX, C. DENYS, P. DURINGER, V. EISENMANN, G. FANONE, P. FRONTY, D. GERAADS, T. LEHMANN, F. LIHOREAU, A. LOUCHAR, A. MAHAMAT, G. MERCERON, G. MOUCHELIN, O. OTERO, P. P. CAMPOMANES, M. P. DE LEON, J. C. RAGE, M. SAPANET, M. SCHUSTER, J. SUDRE, P. TASSY, X. VALENTIN, P. VIGNAUD, L. VIRIOT, A. ZAZZO, and C. ZOLLIKOFER (2002): "A New Hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa," *Nature*, 418, 145-151.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT, Kunst und Kultur (2008a):
["HTTP://WWW.BMU.KK.GV.AT/MEDIENPOOL/17604/ZAHLENSPIEGEL_2008.PDF"](http://www.bmu.kk.gv.at/MEDIENPOOL/17604/ZAHLENSPIEGEL_2008.PDF).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT, Kunst und Kultur (2008b):
["HTTP://WWW.BMU.KK.GV.AT/MINISTERIUM/RS/2008_30.XML"](http://www.bmu.kk.gv.at/MINISTERIUM/RS/2008_30.XML).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (2009):
["Http://Www.Bmwf.Gv.At/Fileadmin/User_Upload/Aussendung/Einstellungen_Der_Oesterreich_erinnen_Zur_Evolution.Pdf."](http://www.bmwf.gv.at/Fileadmin/User_Upload/Aussendung/Einstellungen_Der_Oesterreich_erinnen_Zur_Evolution.Pdf)
- BURGSTALLER, J., AND P. SCHULLERER (2006): *Biologie und Umwelt 3*, Veritas Verlag.
- CAMERON, D. W. C. P. GROVES (2004): *Stones, Bones and Molecules*. San Diego: Elsevier Academic Press.

- CARAMELLI, D., C. LALUEZA-FOX, C. VERNESI, M. LARI, A. CASOLI, F. MALLEGGNI, B. CHIARELLI, I. DUPANLOUP, J. BERTRANPETIT, G. BARBUJANI, and G. BERTORELLE (2003): "Evidence for a Genetic Discontinuity between Neandertals and 24,000-Year-Old Anatomically Modern Europeans," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 6593-6597.
- CARBONELL, E., J. M. BERMÚDEZ DE CASTRO, J. L. ARSUAGA, J. C. DIEZ, A. ROSAS, G. CUENCA-BESCÓS, R. SALA, M. MOSQUERA, and X. P. RODRÍGUEZ (1995): "Lower Pleistocene Hominids and Artifacts from Atapuerca-Td6 (Spain)," *Science*, 269, 826-830.
- CARBONELL, E., M. ESTEBAN, A. M. NÁJERA, M. MOSQUERA, X. P. RODRÍGUEZ, A. OLLE, R. SALA, J. M. VERGÉS, J. M. BERMÚDEZ DE CASTRO, and A. I. ORTEGA (1999a): "The Pleistocene Site of Gran Dolina, Sierra De Atapuerca, Spain: A History of the Archaeological Investigations," *Journal of Human Evolution*, 37, 313-324.
- CARBONELL, E., M. D. GARCIA-ANTON, C. MALLOL, M. MOSQUERA, A. OLLE, X. P. RODRIGUEZ, M. SAHNOUNI, R. SALA, and J. M. VERGES (1999b): "The Td6 Level Lithic Industry from Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain): Production and Use," *Journal of Human Evolution*, 37, 653-693.
- CIOCHON, R. L., D. R. PIPERNO, and R. G. THOMPSON (1990): "Opal Phytoliths Found on the Teeth of the Extinct Ape Gigantopithecus Blacki: Implications for Paleodietary Studies," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 87, 8120-8124.
- CLARK, J. D., Y. BEYENE, G. WOLDEGABRIEL, W. K. HART, P. R. RENNE, H. GILBERT, A. DEFIEUR, G. SUWA, S. KATOH, K. R. LUDWIG, J. R. BOISSERIE, B. ASFAW, and T. D. WHITE (2003): "Stratigraphic, Chronological and Behavioural Contexts of Pleistocene Homo Sapiens from Middle Awash, Ethiopia," *Nature*, 423, 747-752.
- CONARD, N. J., and M. BOLUS (2003): "Radiocarbon Dating the Appearance of Modern Humans and Timing of Cultural Innovations in Europe: New Results and New Challenges," *Journal of Human Evolution*, 44, 331-371.
- CONROY, G. C., C. J. JOLLY, D. CRAMER, and J. E. KALB (1978): "Newly Discovered Fossil Hominid Skull from the Afar Depression, Ethiopia [13]," *Nature*, 276, 67-70.
- CORNISH-BOWDEN, A., and M. L. CÁRDENAS (2007): "The Threat from Creationism to the Rational Teaching of Biology," *Biological Research*, 40, 113-122.
- CUENCA-BESCÓS, G., J. ROFES, and J. GARCIA-PIMIENTA (2005): "Environmental Change across the Early-Middle Pleistocene Transition: Small Mammalian Evidence from the Trinchera Dolina Cave, Atapuerca, Spain," *Geological Society Special Publication*, 247, 277-286.
- CURRY, A. (2009): "Evolution: Creationist Beliefs Persist in Europe," *Science*, 323, 1159.
- DART, R. A. (1925): "Australopithecus Africanus: The Man-Ape of South Africa," *Nature*, 115, 195-199.
- (1925): "The Word "Australopithecus" and Others [10]," *Nature*, 115, 875.
- (1957): "An Australopithecine Object from Makapansgat," *Nature*, 179, 693-695.
- (1959): "An 'Australopithecine' Scoop from Herefordshire," *Nature*, 183, 844.
- (1959): "Further Light on Australopithecine Humeral and Femoral Weapons," *American journal of physical anthropology*, 17, 87-93.

- (1961): "An Australopithecine Scoop Made from a Right Australopithecine Upper Arm Bone," *Nature*, 191, 372-373.
- (1962): "Substitution of Stone Tools for Bone Tools at Makapansgat," *Nature*, 196, 314-316.
- DARWIN, C. (1859): *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, London.
- DE BONIS, L., and G. KOUFOS (1997): "The Phylogenetic and Functional Implications of Ouranopithecus Macedoniensis," *Function, Phylogeny and Fossils: Miocene Hominoid Origins and Adaptations*, 317-326.
- DE HEINZELIN, J., J. D. CLARK, T. WHITE, W. HART, P. RENNE, G. WOLDEGABRIEL, Y. BEYENE, and E. VRBA (1999): "Environment and Behavior of 2.5-Million-Year-Old Bouri Hominids," *Science*, 284, 625-629.
- D'ERICCO, F., AND M. F. S. GONI (2003): "Neandertal extinction and the millennial scale climatic variability of OIS 3," *Quaternary Science Review*, 22, 769-788.
- DEFLEUR, A., T. WHITE, P. VALENSI, L. SLIMAK, and E. CREÏGUT-BONNOURE (1999): "Neanderthal Cannibalism at Moula-Guercy, Ardeche, France," *Science*, 286, 128-131.
- DOBZHANSKY, T. (1973): "Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution," *The American Biology Teacher*, 35, 125-129.
- DUBOIS, E. (1894): *Pithecanthropus erectus: eine menschenähnliche Übergangsform aus Java*, Batavia Landesdruckerei.
- EDER, E., K. TURIC, N. MILASOWSKY, K. VAN ADZIN, AND A. HERGOVICH (2010): "The Relationships between Paranormal Belief, Creationism, Intelligent Design and Evolution at Secondary Schools in Vienna (Austria)," *Science and Education*, 517-534.
- FALGUÈRES, C., J. J. BAHAIN, Y. YOKOYAMA, J. L. ARSUAGA, J. M. BERMUDEZ DE CASTRO, E. CARBONELL, J. L. BISCHOFF, and J. M. DOLO (1999): "Earliest Humans in Europe: The Age of Td6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain," *Journal of Human Evolution*, 37, 343-352.
- FALK, D., C. HILDEBOLT, K. SMITH, M. J. MORWOOD, T. SUTIKNA, P. BROWN, JATMIKO, E. W. SAPTOMO, B. BRUNSDEN, and F. PRIOR (2005): "The Brain of Lb1, Homo Floresiensis," *Science*, 308, 242-245.
- FALK, D., C. HILDEBOLT, K. SMITH, M. J. MORWOOD, T. SUTIKNA, JATMIKO, E. W. SAPTOMO, H. IMHOF, H. SEIDLER, and F. PRIOR (2007): "Brain Shape in Human Microcephalics and Homo Floresiensis," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104, 2513-2518.
- FINLAYSON, C., F. GILES PACHECO, J. RODRÍGUEZ-VIDAL, D. A. FA, J. MARIÀ GUTIERREZ LOÍPEZ, A. SANTIAGO PEÑAREZ, G. FINLAYSON, E. ALLUE, J. BAENA PREYSLER, I. CAÍCERES, J. S. CARRIÓN, Y. FERNÁNDEZ JALVO, C. P. GLEED-OWEN, F. J. JIMENEZ ESPEJO, P. LOÍPEZ, J. ANTONIO LOÍPEZ SÁEZ, J. ANTONIO RIQUELME CANTAL, A. SÁNCHEZ MARCO, F. GILES GUZMAN, K. BROWN, N. FUENTES, C. A. VALARINO, A. VILLALPANDO, C. B. STRINGER, F. MARTINEZ RUIZ, and T. SAKAMOTO (2006): "Late Survival of Neanderthals at the Southernmost Extreme of Europe," *Nature*, 443, 850-853.
- FINLAYSON, C. (2005): "Biogeography and evolution of the genus Homo," *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 457-463.

- FLEAGLE, J. (1999): *Primate Adaptation and Evolution*, Academic Press.
- FLEAGLE, J. G., Z. ASSEFA, F. H. BROWN, and J. J. SHEA (2008): "Paleoanthropology of the Kibish Formation, Southern Ethiopia: Introduction," *Journal of Human Evolution*, 55, 360-365.
- FLEAGLE, J. G., and C. C. GILBERT (2008): "Modern Human Origins in Africa," *Evolutionary Anthropology*, 17, 1-2.
- GABUNIA, L., M. A. DE LUMLEY, A. VEKUA, D. LORDKIPANIDZE, and H. DE LUMLEY (2002): "Discovery of a New Hominid at Dmanisi (Transcaucasia, Georgia)," *Découverte d'un nouvel hominidé à Dmanissi (Transcaucasie, Géorgie)*, *Comptes Rendus Palevol*, 1, 243-253.
- GABUNIA, L., and A. VEKUA (1995): "A Plio-Pleistocene Hominid from Dmanisi East Georgia, Caucasus," *Nature*, 373, 509-512.
- GABUNIA, L., A. VEKUA, and D. LORDKIPANIDZE (2000): "The Environmental Contexts of Early Human Occupation of Georgia (Transcaucasia)," *Journal of Human Evolution*, 38, 785-802.
- GABUNIA, L., A. VEKUA, D. LORDKIPANIDZE, C. C. SWISHER III, R. FERRING, A. JUSTUS, M. NIORADZE, M. TVALCHRELIDZE, S. C. ANTÓN, G. BOSINSKI, O. JÖRIS, M. A. D. LUMLEY, G. MAJSURADZE, and A. MOUSKHELISHVILI (2000): "Earliest Pleistocene Hominid Cranial Remains from Dmanisi, Republic of Georgia: Taxonomy, Geological Setting, and Age," *Science*, 288, 1019-1025.
- GALIK, K., B. SENUT, M. PICKFORD, D. GOMMERY, J. TREIL, A. J. KUPERAVAGE, and R. B. ECKHARDT (2004): "External and Internal Morphology of the Bar 1002'00 Orrorin Tugenensis Femur," *Science*, 305, 1450-1453.
- GEBO, D. L., L. MACLATCHY, R. KITYO, A. DEINO, J. KINGSTON, and D. PILBEAM (1997): "A Hominoid Genus from the Early Miocene of Uganda," *Science*, 276, 401-404.
- GEISSMANN, T. (2003): *Vergleichende Primatologie*, Springer Verlag.
- GIBBONS, A. (2007): "A New Body of Evidence Fleshes out Homo Erectus," *Science*, 317, 1664.
- (2008): "American Association of Physical Anthropologists Meeting: Tuberculosis Jumped from Humans to Cows, Not Vice Versa," *Science*, 320, 608.
- GIBERNAU, M., and S. MONTUIRE (1996): "Mammal Diversity and Environment Evolution During the Plio-Pleistocene in East Africa," *Human Evolution*, 11, 193-204.
- GILBERT, M. T. P., D. L. JENKINS, A. GÖTHERSTROM, N. NAVERAN, J. J. SANCHEZ, M. HOFREITER, P. F. THOMSEN, J. BINLADEN, T. F. G. HIGHAM, R. M. YOHE II, R. PARR, L. S. CUMMINGS, and E. WILLERSLEV (2008): "DNA from Pre-Clovis Human Coprolites in Oregon, North America," *Science*, 320, 786-789.
- GOEBEL, T. (1999): "Pleistocene Human Colonization of Siberia and Peopling of the Americas: An Ecological Approach," *Evolutionary Anthropology*, 8, 208-227.
- GRAVINA, B., P. MELLARS, and C. B. RAMSEY (2005): "Radiocarbon Dating of Interstratified Neanderthal and Early Modern Human Occupations at the Chatelperronian Type-Site," *Nature*, 438, 51-56.
- GREEN, R. E., J. KRAUSE, S. E. PTAK, A. W. BRIGGS, M. T. RONAN, J. F. SIMONS, L. DU, M. EGHOLM, J. M. ROTHBERG, M. PAUNOVIC, and S. PAÏ`AÏ`BO (2006): "Analysis of One Million Base Pairs of Neanderthal DNA," *Nature*, 444, 330-336.
- GROSS, M. (2002): "Us-Style Creationism Spreads to Europe," *Current biology*, 12.
- HAILE-SELASSIE, Y. (2001): "Late Miocene Hominids from the Middle Awash, Ethiopia," *Nature*, 412, 178-181.

- HAILE-SELASSIE, Y., B. ASFAW, and T. D. WHITE (2004): "Hominid Cranial Remains from Upper Pleistocene Deposits at Aduma, Middle Awash, Ethiopia," *American Journal of Physical Anthropology*, 123, 1-10.
- HARMS, U., MAYER, J., HAMMANN, M. BAYRHUBER, H. & KATTMANN, U. (2004): *Kerncurriculum Und Standards Für Den Biologieunterricht in Der Gymnasialen Oberstufe*, Weinheim und Basel: Beltz, 22-84.
- HARRISON, T. (1989): "New Postcranial Remains of Victoriapithecus from the Middle Miocene of Kenya," *Journal of Human Evolution*, 18, 3-54.
- (1989): "A New Species of Micropithecus from the Middle Miocene of Kenya," *Journal of Human Evolution*, 18, 537-557.
- HARRISON, T., and L. ROOK (1997): "Enigmatic Anthropoid or Misunderstood Ape? The Phylogenetic Status of Oreopithecus Bambolii Reconsidered," *Function, Phylogeny, and Fossils: Miocene Hominoid Evolution and Adaptations*, 327-362.
- HAY, R. L., and M. D. LEAKEY (1982): "The Fossil Footprints of Laetoli," *Scientific American*, 246, 50-57.
- HEMMINGER, H. (2009): *Und Gott schuf Darwins Welt*, Brunnen-Verlag.
- HOFFER, H., AND W. SALZBURGER (2008): *Biologie 8*, E. Dörner Verlag.
- HOPWOOD, A. T. (1933): "Miocene Primates from Kenya," *Journal of the Linnean Society of London, Zoology*, 38, 437-464.
- HOPWOOD, A. T. (1933): "Miocene Primates from British East Africa," *The Annals and magazine of natural history*, 11, 96-98.
- HOWELL, F. C. (1998): "Evolutionary Implications of Altered Perspectives on Hominine Demes and Populations in the Later Pleistocene of Western Eurasia," *Neandertals and Modern Humans in Western Asia*, 5-28.
- HUNT, A. R. (1912a): "Human Jaw of Palæolithic Age from Kent's Cavern [3]," *Nature*, 90, 134-135.
- (1912b): "The Jaw from the Stalagmite in Kent's Cavern [2]," *Nature*, 90, 190-191.
- ISHIDA, H., and M. PICKFORD (1997): "A New Late Miocene Hominoid from Kenya: Samburupithecus Kiptalami Gen. Et Sp. Nov. [Un nouvel hominoïde du Miocène supérieur du Kenya : Samburupithecus kiptalami gen. et sp. nov.], *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences - Serie IIa: Sciences de la Terre et des Planètes*, 325, 823-829.
- JÄNICKE, J., W. JUNGBAUER, AND H. HAGENMAIER (2001): *Bio logisch 3*, E. Dörner Verlag.
- JOHANSON, D. C., W. H. KIMBEL, S. C. SHEA, A. GIBBONS, and J. E. SMITH (1994): "Institute of Human Origins: Separation Issues [2]," *Science*, 265, 14-16.
- JOHANSON, D. C., and M. TAIEB (1976): "Plio - Pleistocene Hominid Discoveries in Hadar, Ethiopia," *Nature*, 260, 293-297.
- JOHANSON, D. C., T. D. WHITE, and Y. COPPENS (1978): "A New Species of the Genus Australopithecus (Primates: Hominidae) from the Pliocene of Eastern Africa," *Kirtlandia*, 28, 1-14.
- JONES III, J. E. (2005): Memorandum opinion, Tammy Kitzmiller et al. v. Dover Area School Board et al., "http://www.pamd.uscourts.gov/kitzmiller/kitzmiller_342.pdf".
- JUNKER, R., AND S. SCHERER (2001): *Evolution-ein kritisches Lehrbuch*, Weyel Verlag.

- KAPPELMAN, J., C. C. SWISHER III, J. G. FLEAGLE, S. YIRGA, T. M. BOWN, and M. FESEHA (1996): "Age of Australopithecus Afarensis from Fejej, Ethiopia," *Journal of Human Evolution*, 30, 139-146.
- KATTMANN, U. (2007): "Biologie-Lernen Mit Alltagsvorstellungen," *Unterricht Biologie*, 329, 37.
- (2008): "Evolution & Schöpfung," *Unterricht Biologie*, 333, 48.
- KAY, R. F. (1981): "The Nut-Crackers - a New Theory on the Adaptations of the Ramapithecinae," *American Journal of Physical Anthropology*, 55, 141-151.
- KAY, R. F., and P. S. UNGAR (1997): "Dental Evidence for Diet in Some Miocene Catarrhines with Comments on the Effects of Phylogeny on the Interpretation of Adaptation," *Function, Phylogeny, and Fossils: Miocene Hominoid Evolution and Adaptations*, 131-151.
- KELLEY, J. (1988): "A New Large Species of Sivapithecus from the Siwaliks of Pakistan," *Journal of Human Evolution*, 17, 305-324.
- KIMBEL, W. H., D. C. JOHANSON, and Y. RAK (1994): "The First Skull and Other New Discoveries of Australopithecus Afarensis at Hadar, Ethiopia," *Nature*, 368, 449-451.
- KIMBEL, W. H., C. A. LOCKWOOD, C. V. WARD, M. G. LEAKEY, Y. RAK, and D. C. JOHANSON (2006): "Was Australopithecus Anamensis Ancestral to A. Afarensis? A Case of Anagenesis in the Hominin Fossil Record," *Journal of Human Evolution*, 51, 134-152.
- KING, W. (1864): "The reputed fossil man of the Neanderthal," *Quaternary Journal of Science*, 1, 88-97.
- KLEIN, R. G. (1995): "Anatomy, Behavior, and Modern Human Origins," *Journal of World Prehistory*, 9, 167-198.
- KÖNIG, W. (2005): *Stochastische Prozesse I: Markovketten in Diskreter Und Stetiger Zeit*, Universität Leipzig.
- KORDOS, L., and D. R. BEGUN (2002): "Rudabai □Nya: A Late Mioce
with Evidence of the Origin of the African Apes and Humans," *Evolutionary Anthropology*, 11, 45-57.
- KUMAN, K., and R. J. CLARKE (2000): "Stratigraphy, Artefact Industries and Hominid Associations for Sterkfontein, Member 5," *Journal of Human Evolution*, 38, 827-847.
- KUTSCHERA, U. (2008): *Evolutionsbiologie*, Ulmer Verlag.
- LAHR, M. M., and R. FOLEY (2004): "Human Evolution Writ Small," *Nature*, 431, 1043-1044.
- LARICK, R., and R. L. CIOCHON (1996): "The African Emergence and Early Asian Dispersals of the Genus Homo," *American Scientist*, 84, 538-551.
- LARICK, R., R. L. CIOCHON, Y. ZAIM, SUDIJONO, SUMINTO, Y. RIZAL, F. AZIZ, M. REAGAN, and M. HEIZLER (2001): "Early Pleistocene 40ar/39ar Ages for Bapang Formation Hominins, Central Jawa, Indonesia," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 4866-4871.
- LEAKEY, L. S. B. (1959): "A New Fossil Skull from Olduvai," *Nature*, 184, 491-493.
- LEAKEY, L. S. B., and M. D. LEAKEY (1964): "Recent Discoveries of Fossil Hominids in Tanganyika: At Olduvai and near Lake Natron," *Nature*, 202, 5-7.
- LEAKEY, L. S. B., P. V. TOBIAS, and J. R. NAPIER (1964): "A New Species of the Genus Homo from Olduvai Gorge," *Nature*, 202, 7-9.

- LEAKEY, M., and A. WALKER (1997): "Afropithecus Function and Phylogeny," *Function, Phylogeny and Fossils: Miocene Hominoid Evolution and Adaptations*, 225-239.
- LEAKEY, M. G., F. SPOOR, F. H. BROWN, P. N. GATHOGO, C. KIARIE, L. N. LEAKEY, AND I. MCDUGALL (2001): "New hominin genus from eastern Africa shows diverse middle Pliocene lineages," *Nature*, 410, 433-440.
- LEAKEY, M. G., C. S. FEIBEL, I. MCDUGALL, C. WARD, and A. WALKER (1998): "New Specimens and Confirmation of an Early Age for Australopithecus Anamensis," *Nature*, 393, 62-66.
- LEAKEY, M. G., R. E. LEAKEY, J. T. RICHTSMEIER, E. L. SIMONS, and A. C. WALKER (1991): "Similarities in Aegyptopithecus and Afropithecus Facial Morphology," *Folia Primatologica*, 56, 65-85.
- LEAKEY, N. G., C. S. FEIBEL, I. MCDUGALL, and A. WALKER (1995): "New Four-Million-Year-Old Hominid Species from Kanapoi and Allia Bay, Kenya," *Nature*, 376, 565-571.
- LEAKEY, R. E., and M. G. LEAKEY (1986): "A New Miocene Hominoid from Kenya," *Nature*, 324, 143-146.
- LEAKEY, R. E. F. (1972): "Further Evidence of Lower Pleistocene Hominids from East Rudolf, North Kenya, 1971," *Nature*, 237, 264-269.
- LE GROS CLARK, W.E., AND L. S. B. LEAKEY (1950): "Diagnoses of East African Miocene Hominoidea," *Proceedings of the Zoological Society of London*, 105, 260-262.
- LE GROS CLARK, W. (1958): *History of the Primates*. London: Trustees of the British Museum.
- LEWIN, R. (2005): *Human Evolution: An Illustrated Introduction*. Malden: Blackwell Publ.
- LINNÉ, K. (1758): *Systema Naturae*. Stockholm.
- LOCKWOOD, C. A., C. G. MENTER, J. MOGGI-CECCHI, and A. W. KEYSER (2007): "Extended Male Growth in a Fossil Hominin Species," *Science*, 318, 1443-1446.
- LOVEJOY, C., G. SUWA, L. SPURLOCK, B. ASFAW, and T. D. WHITE (2009): "The Pelvis and Femur of Ardipithecus Ramidus: The Emergence of Upright Walking," *Science*, 326.
- LYDEKKER, R. (1879): "Further Notices of Siwalik Mammalia," *Records of the Geological Survey of India*, 12, 33-52.
- MACLATCHY, L. (2004): "The Oldest Ape," *Evolutionary Anthropology*, 13, 90-103.
- MADAR, S. I., M. D. ROSE, J. KELLEY, L. MACLATCHY, and D. PILBEAM (2002): "New Sivapithecus Postcranial Specimens from the Siwaliks of Pakistan," *Journal of Human Evolution*, 42, 705-752.
- MARTIN, R. D., A. M. MACLARNON, J. L. PHILLIPS, L. DUSSUBIEUX, P. R. WILLIAMS, and W. B. DOBYNS (2006): "Comment on 'the Brain of Lb1, Homo Floresiensis'," *Science*, 312.
- MCDUGALL, I., F. H. BROWN, and J. G. FLEAGLE (2005): "Stratigraphic Placement and Age of Modern Humans from Kibish, Ethiopia," *Nature*, 433, 733-736.
- MCHEHRY, H. M. (1992): "How Big Were Early Hominids?," *Evolutionary Anthropology*, 1, 15-20.
- (1994): "Tempo and Mode in Human Evolution," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91, 6780-6786.
- MELLARS, P. (2006): "A new radiocarbon revolution and the dispersal of modern humans in Eurasia," *Nature*, 439, 931-935.
- MILLER, J. D., E. SCOTT, AND S. OKAMOTO (2006): "Public Acceptance of Evolution," *Science*, 313, 765-766.

- MOORE, R. (2007): "What Are Students Thought About Evolution?," *Revue des sciences de l'éducation de McGill*, 42, 177 - 188.
- Moore, R., and S. Cotner (2009): " Educational Malpractice: The Impact of Including Creationism in High School Biology Courses," *Evolution: Education and Outreach*, 2, 95-100.
- MORWOOD, M. J., P. B. O'SULLIVAN, F. AZIZ, and A. RAZA (1998): "Fission-Track Ages of Stone Tools and Fossils on the East Indonesian Island of Flores," *Nature*, 392, 173-176.
- MORWOOD, M. J., R. P. SOEJONO, R. G. ROBERTS, T. SUTIKNA, C. S. M. TURNEY, K. E. WESTAWAY, W. J. RINK, J. X. ZHAO, G. D. VAN DEN BERGH, R. A. DUE, D. R. HOBBS, M. W. MOORE, M. I. BIRD, and L. K. FIFIELD (2004): "Archaeology and Age of a New Hominin from Flores in Eastern Indonesia," *Nature*, 431, 1087-1091.
- MOVIUS, H. L. (1949): "The Lower Palaeolithic Cultures of Southern and Eastern Asia," *Transactions of the American Philosophical Society*, 38, 329-420.
- NCSE (2010): "<http://ncse.com/>".
- NOONAN, J. P., G. COOP, S. KUDARAVALLI, D. SMITH, J. KRAUSE, J. ALESSI, F. CHEN, D. PLATT, S. PÄÄBO, J. K. PRITCHARD, and E. M. RUBIN (2006): "Sequencing and Analysis of Neanderthal Genomic DNA," *Science*, 314, 1113-1118.
- PARÉS, J. M., and A. PÉREZ-GONZALEZ (1999): "Magnetochronology and Stratigraphy at Gran Dolina Section, Atapuerca (Burgos, Spain)," *Journal of Human Evolution*, 37, 325-342.
- PARÉS, J. M., and A. PÉREZ-GONZALEZ (1995): "Paleomagnetic Age for Hominid Fossils at Atapuerca Archaeological Site, Spain," *Science*, 269, 830-832.
- PARÉS, J. M., A. PÉREZ-GONZALEZ, A. B. WEIL, and J. L. ARSUAGA (2000): "On the Age of the Hominid Fossils at the Sima De Los Huesos, Sierra De Atapuerca, Spain: Paleomagnetic Evidence," *American Journal of Physical Anthropology*, 111, 451-461.
- PARKYN, E. A. (1912): "The Jaw from the Stalagmite in Kent's Cavern," *Nature*, 90, 281.
- PICKFORD, M., AND B. SENUT (2001): "The Geological and Faunal Context of Late Miocene Hominid Remains from Lukeino, Kenya [Contexte géologique et faunique des restes d'hominidés du Miocène supérieur de Lukeino, Kenya]," *Comptes Rendus de l'Academie de Sciences Serie Ila: Sciences de la Terre et des Planetes*, 332, 145-152.
- PICKFORD, M., B. SENUT, D. GOMMERY, and E. MUSIIME (2003): "New Catarrhine Fossils from Moroto li, Early Middle Miocene (Ca 17.5 Ma) Uganda, [Nouveaux catarrhiniens fossiles de Moroto li, base du Miocène moyen (ca 17,5 Ma), Ouganda], *Comptes Rendus Palevol* 2, 8, 649-662.
- PICKFORD, M., B. SENUT, D. GOMMERY, and J. TREIL (2002): "Bipedalism in Orrorin Tugenensis Revealed by Its Femora [La bipédie d'Orrorin tugenensis révélée par le fémur]," *Comptes Rendus Palevol* 1, 4, 191-203.
- PICKFORD, M., B. SENUT, D. HADOTO, J. MUSISI, and C. KARIIRA (1986): "Recent discoveries in the Miocene sites at Moroto, north-east Uganda: biostratigraphical and palaeoecological implications). | [Decouvertes recentes dans les sites miocenes de Moroto (Ouganda Oriental): aspects biostratigraphiques et paleoecologiques.]," *Comptes Rendus Academie des Sciences Series II*, 302, 681-686.
- PILGRIM, G. E. (1910): "Notices of New Mammalian Genera and Species from the Tertiaries of India," *Records of the Geological Survey of India*, 40, 63-71.

- (1915): "New Siwalik Primates and Their Bearing on the Question of the Evolution of Man and the Anthroidea," *Records of the Geological Survey of India*, 45, 1-74.
- RAFFERTY, K. L., A. WALKER, C. B. RUFF, M. D. ROSE, and P. J. ANDREWS (1995): "Postcranial Estimates of Body Weight in Proconsul, with a Note on a Distal Tibia of P. Major from Napak, Uganda," *American Journal of Physical Anthropology*, 97, 391-402.
- RAYNER, R. J. (1993): "The Makapansgat Australopithecine Environment," *Journal of Human Evolution*, 24, 219-231.
- REED, K. E. (1997): "Early Hominid Evolution and Ecological Change through the African Plio-Pleistocene," *Journal of Human Evolution*, 32, 289-322.
- RIGHTMIRE, G. P. (1996): "The Human Cranium from Bodo, Ethiopia: Evidence for Speciation in the Middle Pleistocene?," *Journal of Human Evolution*, 31, 21-39.
- (1998): "Human Evolution in the Middle Pleistocene: The Role of Homo Heidelbergensis," *Evolutionary Anthropology*, 6, 218-227.
- (2004): "Brain Size and Encephalization in Early to Mid-Pleistocene Homo," *American Journal of Physical Anthropology*, 124, 109-123.
- ROSS, M. R. (2005): "Who Believes What? Clearing up Confusion over Intelligent Design and Young-Earth Creationism," *Journal of Geoscience Education*, 53, 319-323.
- ROUGIER, H., S. MILOTA, R. RODRIGO, M. GHERASE, L. SARCINAÏŢE, O. MOLDOVAN, J. ZILHAIŢO, S. CONSTANTIN, R. G. FRANCISCUS, C. P. E. ZOLLIKOFER, M. P. DE LEON, and E. TRINKAUS (2007): "Pestera Cu Oase 2 and the Cranial Morphology of Early Modern Europeans," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104, 1165-1170.
- RUFF, C. B., A. WALKER, and M. F. TEAFORD (1989): "Body Mass, Sexual Dimorphism and Femoral Proportions of Proconsul from Rusinga and Mfangano Islands, Kenya," *Journal of Human Evolution*, 18, 515-536.
- SAWADA, Y., M. PICKFORD, T. ITAYA, T. MAKINOCHI, M. TATEISHI, K. KABETO, S. ISHIDA, and H. ISHIDA (1998): "K-Ar ages of Miocene Hominoidea (Kenyanthropus and Samburupithecus) from Samburu Hills, Northern Kenya [Datations au K-Ar des primates hominoïdes miocènes (Kenyanthropus et Samburupithecus) des Samburu Hills, Nord-Kenya]," *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences IIa: Sciences de la Terre et des Planètes*, 326, 445-451.
- SCHERMAIER, A., AND H. WEISL (2008): *bio@school 8*, Veritas Schulbuch Verlag.
- SCHIRL, K., AND B. RUTNER (2006): *Über die Natur 3*, E.Dorner Verlag.
- SCHLOSSER, M. (1901): "Die Menschenähnlichen Zähne Aus Dem Bohnerz Der Schwäbischen Alb," *Zoologischer Anzeiger*, 24, 261-271.
- SCHOENINGER, M. J., H. REESER, and K. HALLIN (2003): "Paleoenvironment of Australopithecus Anamensis at Allia Bay, East Turkana, Kenya: Evidence from Mammalian Herbivore Enamel Stable Isotopes," *Journal of Anthropological Archaeology*, 22, 200-207.
- SCHOETENSACK, O. (1908): "Der Unterkiefer Des Homo Heidelbergensis," Leipzig: Universität Heidelberg, 62.

- SCHÖNBORN, C. (2005): Finding Design in Nature,
<http://www.nytimes.com/2005/07/07/opinion/07schonborn.html?adxnnl=1&adxnnlx=1316117109-o6/8IAKhJ09WwGooYGnKCg>.
- SCHRENK, F., T. G. BROMAGE, C. G. BETZLER, U. RING, and Y. M. JUWAYEYI (1993): "Oldest Homo and Pliocene Biogeography of the Malawi Rift," *Nature*, 365, 833-836.
- SCHWARTZ, J. H., and I. TATTERSALL (2002): *The Human Fossil Record, Terminology and Craniodental Morphology of Genus Homo, Vol. 1.*, John Wiley & Sons.
- SEMAW, S., P. RENNE, J. W. K. HARRIS, C. S. FEIBEL, R. L. BERNOR, N. FESSEHA, and K. MOWBRAY (1997): "2.5-Million-Year-Old Stone Tools from Gona, Ethiopia," *Nature*, 385, 333-336.
- SENU, B., M. PICKFORD, D. GOMMERY, and Y. KUNIMATSU (2000): "A New Genus of Early Miocene Hominoid from East Africa: Ugandapithecus Major (Le Gros Clark and Leakey, 1950)," Un nouveau genre d'hominoïde du Miocène inférieur d'Afrique orientale: Ugandapithecus major (Le Gros Clark and Leakey, 1950), *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences Serie IIa: Sciences de la Terre et des Planètes*, 331, 227-233.
- SENU, B., M. PICKFORD, D. GOMMERY, P. MEIN, K. CHEBOI, and Y. COPPENS (2001): "First hominid from the Miocene (Lukeino formation, Kenya) [Premier hominidé du Miocène (formation de Lukeino, Kenya)]," *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences Serie IIa: Sciences de la Terre et des Planètes*, 332, 137-144.
- SHIPMAN, P., and J. M. HARRIS (1988): "Habitat Preference and Paleoecology of Australopithecus Boisei in Eastern Africa," *Evolutionary History of the "Robust" Australopithecines*, 343-381.
- SIMPSON, G. G. (1966): "The Biological Nature of Man," *Science*, 152, 472-478.
- SINATRA, G. M., K. BREM, AND E. M. EVANS (2008): "Changing Minds? Implications of Conceptual Change for Teaching and Learning about Biological Evolution," *Evolution: Education and Outreach*, 1, 189-195.
- SMITH, T. M., P. TAFFOREAU, D. J. REID, R. GRÜN, S. EGGINS, M. BOUTAKIOUT, and J. J. HUBLIN (2007): "Earliest Evidence of Modern Human Life History in North African Early Homo Sapiens," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104, 6128-6133.
- SOFICARU, A., A. DOBOȘ, and E. TRINKAUS (2006): "Early Modern Humans from the Peștera Muierii, Baia De Fier, Romania," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, 17196-17201.
- SOFICARU, A., C. PETREA, A. DOBOȘ, and E. TRINKAUS (2007): "The Human Cranium from the Peștera Cioclovina Uscăț, Romania: Context, Age, Taphonomy, Morphology, and Paleopathology," *Current Anthropology*, 48, 611-619.
- SPENCER, H. (1864): *Principles of Biology*.
- SPONHEIMER, M., B. H. PASSEY, D. J. DE RUITER, D. GUATELLI-STEINBERG, T. E. CERLING, and J. A. LEE-THORP (2006): "Isotopic Evidence for Dietary Variability in the Early Hominin Paranthropus Robustus," *Science*, 314, 980-982.
- SPOOR, F., M. G. LEAKEY, P. N. GATHOGO, F. H. BROWN, S. C. ANTOH, I. MCDUGALL, C. KIARIE, F. K. MANTHI, and L. N. LEAKEY (2007): "Implications of New Early Homo Fossils from Ileret, East of Lake Turkana, Kenya," *Nature*, 448, 688-691.

- STORCH, V., U. WELSCH, AND M. WINK (2007): *Evolutionsbiologie*, Springer Verlag.
- STRAIT, D. S., and B. A. WOOD (1999): "Early Hominid Biogeography," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96, 9196-9200.
- STRINGER, C. B., R. GRUÏN, H. P. SCHWARCZ, and P. GOLDBERG (1989): "Esr Dates for the Hominid Burial Site of Es Skhul in Israel," *Nature*, 338, 756-758.
- STRINGER, C. B., and J. J. HUBLIN (1999): "New Age Estimates for the Swanscombe Hominid, and Their Significance for Human Evolution," *Journal of Human Evolution*, 37, 873-877.
- SUWA, G., B. ASFAW, R. T. KONO, D. KUBO, C. OWEN LOVEJOY, and T. D. WHITE (2009): "The Ardipithecus Ramidus Skull and Its Implications for Hominid Origins," *Science*, 326.
- SUWA, G., T. D. WHITE, and F. CLARK HOWELL (1996): "Mandibular Postcanine Dentition from the Shungura Formation, Ethiopia: Crown Morphology, Taxonomic Allocations, and Plio-Pleistocene Hominid Evolution," *American Journal of Physical Anthropology*, 101, 247-282.
- SWISHER III, C. C., G. H. CURTIS, T. JACOB, A. G. GETTY, A. SUPRIJO, and WIDIASMORO (1994): "Age of the Earliest Known Hominids in Java, Indonesia," *Science*, 263, 1118-1121.
- SWISHER III, C. C., W. J. RINK, S. C. ANTON, H. P. SCHWARCZ, G. H. CURTIS, A. SUPRIJO, and WIDIASMORO (1996): "Latest Homo Erectus of Java: Potential Contemporaneity with Homo Sapiens in Southeast Asia," *Science*, 274, 1870-1874.
- TATTERSALL, I. (2009): "Human Origins: Out of Africa," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 16018-16021.
- TATTERSALL, I. AND J. H. SCHWARTZ (2009): "Evolution of the Genus Homo," *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 37, 67-92.
- TEAFORD, M. F., and A. WALKER (1984): "Quantitative Differences in Dental Microwear between Primate Species with Different Diets and a Comment on the Presumed Diet of Sivapithecus," *American Journal of Physical Anthropology*, 64, 191-200.
- TOBIAS, P. V. (1967): "Pleistocene Deposits and New Fossil Localities in Kenya," *Nature*, 215, 479-480.
- TRINKAUS, E., O. MOLDOVAN, S. MILOTA, A. BILGAR, L. SARCINA, S. ATHREYA, S. E. BAILEY, R. RODRIGO, G. MIRCEA, T. HIGHAM, C. BRONK RAMSEY, and J. VAN DER PLICHT (2003): "An Early Modern Human from the Pesteră Cu Oase, Romania," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 11231-11236.
- UNGAR, P. S. (1996): "Dental Microwear of European Miocene Catarrhines: Evidence for Diets and Tooth Use," *Journal of Human Evolution*, 31, 335-366.
- VARLESE, E. N. (2008): "To Believe or not to Believe? A College Student Explores Knowledge and Attitudes about Evolution at her School," *Evolution: Education and Outreach*, 1, 96-99.
- VEKUA, A., D. LORDKIPANIDZE, G. P. RIGHTMIRE, J. AGUSTI, R. FERRING, G. MAISURADZE, A. MOUSKHELISHVILI, M. NIORADZE, M. P. DE LEON, M. TAPPEN, M. TVALCHRELIDZE, and C. ZOLLIKOFER (2002): "A New Skull of Early Homo from Dmanisi, Georgia," *Science*, 297, 85-89.
- VIGNAUD, P., P. DURINGER, H. T. MACKAYE, A. LIKIUS, C. BLONDEL, J. R. BOISSERIE, L. DE BONIS, V. EISENMANN, M. E. ETIENNE, D. GERAADS, F. GUY, T. LEHMANN, F. LIHOREAU, N. LOPEZ-MARTINEZ, C. MOURER-CHAUVIRE, O. OTERO, J. C. RAGE, M. SCHUSTER, L. VIRIOT, A. ZAZZO,

- and M. BRUNET (2002): "Geology and Palaeontology of the Upper Miocene Toros-Menalla Hominid Locality, Chad," *Nature*, 418, 152-155.
- VILLALTA, J. F., and M. CRUSAFONT (1944): "Dos nuevos antropomorfos del Mioceno español, y su situación dentro de la moderna sistemática de los símidos," *Not. Comm. Inst. Geol. Min. Espana*, 13, 1-51.
- VON KÖNIGSWALD, G. H. R. (1935): "Eine Fossile Säugetierfauna Mit Simia Aus Südchina," *Proc. Kon. Akad. V. Wetensch.*, 38, 872-879.
- VRBA, E. S. (1999): "Habitat Theory in Relation to the Evolution in African Neogene Biota and Hominids," *African Biogeography, Climate Change, and Human Evolution*, 19-34.
- WALKER, A. (1993): "A New Species of Proconsul from the Early Miocene of Rusinga/Mfangano Islands, Kenya," *Journal of Human Evolution*, 25, 43-56.
- WALKER, A., R. E. LEAKEY, J. M. HARRIS, and F. H. BROWN (1986): "2.5-Myr Australopithecus Boisei from West of Lake Turkana, Kenya," *Nature*, 322, 517-522.
- WALKER, A. C., and R. E. F. LEAKEY (1988): "The Evolution of Australopithecus Boisei," *Evolutionary History of the "Robust" Australopithecines*, 247-258.
- WARD, C. V. (1997): "Functional anatomy and phyletic implications of the hominoid trunk and hindlimb," *Function, Phylogeny, and Fossils: Miocene Hominoid Evolution and Adaptations*, 101-130.
- WARD, C. V., A. WALKER, M. F. TEAFORD (1991): "Proconsul Did Not Have a Tail," *Journal of Human Evolution*, 21, 215-220.
- WARD, C. V., M. G. LEAKEY, and A. WALKER (2001): "Morphology of Australopithecus Anamensis from Kanapoi and Allia Bay, Kenya," *Journal of Human Evolution*, 41, 255-368.
- WEBER, G. W., F. L. BOOKSTEIN, and D. S. STRAIT (2011): "Virtual Anthropology Meets Biomechanics," *Journal of Biomechanics*, 44, 1429-1432.
- WEBER, G. W., AND F. L. BOOKSTEIN (2011): *Virtual Anthropology - a Guide to a New Interdisciplinary Field*. Wien, New York: Springer.
- WEISDORF, J. L. (2005): "From Foraging to Farming: explaining the Neolithic revolution," *Journal of Economic Surveys*, 19, 561-586.
- WHITE, T. D., S. H. AMBROSE, G. SUWA, D. F. SU, D. DEGUSTA, R. L. BERNOR, J. R. BOISSERIE, M. BRUNET, E. DELSON, S. FROST, N. GARCIA, L. X. GIAOURTSAKIS, Y. HAILE-SELASSIE, F. CLARK HOWELL, T. LEHMANN, A. LIKIUS, C. PEHLEVAN, H. SAEGUSA, G. SEMPREBON, M. TEAFORD, and E. VRBA (2009): "Macrovertebrate Paleontology and the Pliocene Habitat of Ardipithecus Ramidus," *Science*, 326, 87-93.
- WHITE, T. D., B. ASFAW, Y. BEYENE, Y. HAILE-SELASSIE, C. O. LOVEJOY, G. SUWA, and G. WOLDEGABRIEL (2009): "Ardipithecus Ramidus and the Paleobiology of Early Hominids," *Science*, 326, 75-86.
- WHITE, T. D., B. ASFAW, D. DEGUSTA, H. GILBERT, G. D. RICHARDS, G. SUWA, and F. C. HOWELL (2003): "Pleistocene Homo Sapiens from Middle Awash, Ethiopia," *Nature*, 423, 742-747.
- WHITE, T. D., and G. SUWA (1987): "Hominid Footprints at Laetoli: Facts and Interpretations," *American Journal of Physical Anthropology*, 72, 485-514.

- WHITE, T. D., G. SUWA, and B. ASFAW (1994): "Australopithecus Ramidus, a New Species of Early Hominid from Aramis, Ethiopia," *Nature*, 371, 306-312.
- (1995): "Australopithecus Ramidus, a New Species of Early Hominid from Aramis, Ethiopia," *Nature*, 375, 88.
- WILD, E. M., M. TESCHLER-NICOLA, W. KUTSCHERA, P. STEIER, E. TRINKAUS, and W. WANKE (2005): "Direct Dating of Early Upper Palaeolithic Human Remains from Mladecìø," *Nature*, 435, 332-335.
- WILLIAMS, J. D. (2007): "Creationist Teaching in School Science: A UK Perspective," *Evolution: Education and Outreach*, 1, 87-95.
- WOLFF, H., and A. D. GREENWOOD (2010): "Did Viral Disease of Humans Wipe out the Neandertals?," *Medical Hypotheses*, 75, 99-105.
- WOLPOFF, M. H., B. MANNHEIM, A. MANN, J. HAWKS, R. CASPARI, K. R. ROSENBERG, D. W. FRAYER, G. W. GILL, and G. CLARK (2004): "Why Not the Neandertals?," *World Archaeology*, 36, 527-546.
- WOOD, B. A. (1992): "Origin and Evolution of the Genus Homo," *Nature*, 355, 783-790.
- WOOD, B. A. (1994): "Taxonomy and evolutionary relationships of Homo erectus," *Cour Forschungsinstitut Senckenberg*, 171, 159–165.
- WOOD, B. A., and M. COLLARD (1999): "The Changing Face of Genus Homo," *Evolutionary Anthropology*, 8, 195-207.
- WOOD, B. A., and B. G. RICHMOND (2000): "Human Evolution: Taxonomy and Paleobiology," *Journal of Anatomy*, 197, 19-60.
- WOOD, B. A. (2000): "The History of the Genus Homo," *Human Evolution*, 15, 39-49.
- WOOD, B.A. AND N. LONERGAN (2001): "The hominin fossil record: taxa, grades and clades," *Journal of Anatomy*, 212, 354-376.
- YAMEI, H., R. POTTS, Y. BAOYIN, G. ZHENG TANG, A. DEINO, W. WEI, J. CLARK, X. GUANGMAO, and H. WEIWEN (2000): "Mid-Pleistocene Acheulean-Like Stone Technology of the Bose Basin, South China," *Science*, 287, 1622-1626.
- YELLEN, J., A. BROOKS, D. HELGREN, M. TAPPEN, S. AMBROSE, R. BONNEFILLE, J. FEATHERS, G. GOODFRIEND, K. LUDWIG, P. RENNE, and K. STEWART (2005): "The Archaeology of Aduma Middle Stone Age Sites in the Awash Valley, Ethiopia," *PaleoAnthropology*, 3, 25-100.
- ZOLLIKOFER, C. P. E., M. S. PONCE DE LEÓN, D. E. LIEBERMAN, F. GUY, D. PILBEAM, A. LIKIUS, H. T. MACKAYE, P. VIGNAUD, and M. BRUNET (2005): "Virtual Cranial Reconstruction of Sahelanthropus Tchadensis," *Nature*, 434, 755-759.

7. DANKSAGUNG

Zuallererst danke ich meinem Betreuer Ao. Univ.-Prof. Dr. Gerhard Weber. Sein Bemühen und seine Geduld hat das Zustandekommen dieser Arbeit erst möglich gemacht.

Natürlich gebührt ein weiterer Dank allen, die sich als InterviewpartnerInnen für diese Arbeit zur Verfügung gestellt haben. Allen voran Univ.-Prof. Mag. Dr. Luitfried Salvini-Plawen, Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Walter Hödl, Univ.-Prof. DDr. Gerd Müller und Ao. Univ.-Prof. Dr. Günther Pass, sowie HofRat Prof. Mag Leo Holemy, die sich geduldig meinen Fragen gestellt haben und mir so einen Einblick in die Ausbildung der BiologielehrerInnen ermöglicht haben.

Ein Danke an Prof. Dr. (pens.) Ulrich Kattmann aus Deutschland, der mir die Situation in Deutschland näherbrachte.

Bei den internationalen Paläoanthropologen Sarah Elton, Dean Falk, Donald Johanson, Andrew Kramer, Gerd Müller, Jeffrey Schwartz, Horst Seidler, Fred Smith, Tanya Smith und Ian Tattersall möchte ich mich ebenfalls für die Kooperation bedanken.

Natürlich sind an dieser Stelle auch die BiologielehrerInnen, MaturantInnen und Mag.Sonnberger, Professorin am Akademischen Gymnasium und am Bundes-Oberstufenrealgymnasium Honauerstraße in Linz zu erwähnen, die mir alle eine große Hilfe beim Zustandekommen dieser Arbeit waren.

Des Weiteren bedanke ich mich bei allen FreundInnen und StudienkollegInnen, die immer für mich da waren und mir hilfreiche Tipps gaben.

Zu guter Letzt möchte ich noch meiner Familie danken. Sie erst hat mir mein Studium ermöglicht und durch ihre große Unterstützung konnte diese Arbeit gelingen.

8. CURRICULUM VITAE

Persönliches

Name: Fitsch Cornelia
Email: a0102896@unet.unvie.ac.at
Geburtstag: 13.07.1983 in Wiener Neustadt

Ausbildung

1989 – 1993 “Volksschule Pestalozzi”, Wiener Neustadt
1993 – 2001 “Bundesgymnasium Zehnergasse”, Wiener Neustadt
Juni 2001 Matura

Studium

2001 - 2006 Studium der allgemeinen Biologie
2006 - 2008 Studium der Anthropologie, Schwerpunkt menschliche Evolution
Seit 2008 Diplomarbeit „*Hominidenevolutionsunterricht an österreichischen Gymnasien*“

Arbeitsstellen

Seit Juli 2004 Teilzeitbeschäftigung in der St. Hubertus Apotheke, 2603 Felixdorf

ANHANG

i. Miozäne „Hominiden“

Die Hominoiden tauchten erstmals zu Beginn des Miozäns, vor ca. 25 Millionen Jahren, in Afrika auf (Begun, 2007). Nach einer raschen, weiten Expansion über die gesamte alte Welt starben die meisten Arten und Gattungen am Ende des Miozäns wieder aus (Begun, 2007). Einige Hominoiden, die sich ins westliche Europa zurückgezogen hatten, wanderten zurück nach Ostafrika und entwickelten sich dort zu den Vorfahren der heute lebenden Hominiden (Begun, 2007).

Im Folgenden werden nun einige ausgewählte Spezies, die wahrscheinlich zu den Vorfahren des modernen Menschen oder seiner Verwandten zählen, beschrieben.

Die Gattung *Proconsul* lebte vor ca. 20 bis 12.5 Millionen Jahren (MacLatchy, 2004). Sein Skelett repräsentiert eine Mischung aus Merkmalen von Affen und Menschenaffen (Fleagle, 1999; Begun, 2007). Es sind bis dato vier Arten von *Proconsul* beschrieben: *P. africanus* (Hopwood, 1933), *P. heseloni* (Walker et al., 1993), *P. major* (Le Gros Clark et Leakey, 1950) und *P. nyanzae* (Le Gros Clark et Leakey, 1950). Sie unterscheiden sich vorwiegend durch ihre Bezahnung und Körperhöhe (Ruff et al., 1989). *Proconsul* besitzt anstelle eines Schwanzes schon ein Steißbein (Ward et al., 1991) und wog zwischen 10 und 50 Kilogramm (Ruff et al., 1989; Rafferty et al., 1995). Er ernährte sich von weichen Früchten (Begun, 2007).

Morotopithecus zählte auf Grund seiner nahen Verwandtschaft mit *Proconsul* früher zur selben Gattung, da sie zur gleichen Zeit am gleichen Ort lebten (Fleagle, 1999; Senut et al., 2000). Seine postcranialen Morphologie ähnelt jener moderner Hominoiden (Begun, 2007). Er lebte vor ca. 20.6 bis 17 Millionen Jahren im Gebiet des heutigen Moroto, Norduganda (Pickford et al., 1986; Gebo et al., 1997; MacLatchy, 2004; Pickford et al., 2003).

Afropithecus, ein weiterer miozäner Hominoide, ähnelt dem etwas früher lebenden *Morotopithecus* (Leakey et Leakey, 1986). Fossilien dieser Spezies sind zwischen 17.5-17 Millionen Jahre alt und wurden in Kalodirr, Nordkenia gefunden (Leakey et Leakey, 1986; Leakey et Walker, 1997). Die Anatomie von *Afropithecus* stellt eine Mischung archaischer und moderner Merkmale dar (Leakey et al., 1991; Leakey et Walker, 1997). Er ähnelt *Proconsul* hinsichtlich seiner Körpermasse und seines postcranialen Skeletts (Begun, 2007).

Neben den afrikanischen Vertretern, waren miozäne Hominoiden auch in Asien und Europa beheimatet.

In den Siwalik Hills in Indien und Pakistan lebten die beiden miozänen Gattungen *Ramapithecus* und *Sivapithecus* vor 10.5 bis 7.5 Millionen Jahren (Barry et al., 2002). Früher wurden sie als zwei eigenständige Taxa angesehen, heute zählen beide, als männliche und weibliche Vertreter, zur selben

Spezies (Andrews et Cronin, 1982). Von *Sivapithecus* sind momentan drei Arten bekannt: *S. indicus* (Pilgrim, 1910), *S. parvada* (Kelley, 1988) und *S. sivalensis* (Lydekker, 1879). *Sivapithecus* scheint auf Grund seiner Morphologie eng mit dem heutigen Orang Utan verwandt zu sein (Ward, 1997; Madar et al., 2002; Begun, 2007). Er ernährte sich ähnlich heutigen Schimpansen von härterer Kost (Teaford et Walker, 1984; Kay et Ungar, 1997). Die Fortbewegungsweise von *Sivapithecus* wird heutzutage von keinem lebenden Primaten mehr praktiziert und ist nicht mit der heutiger Orang Utans zu vergleichen (Begun, 2007).

Gigantopithecus war der bis dato größte, jemals existierende Primat und lebte vom späten Miozän bis ins Pleistozän (Fleagle, 1999). Er wird augenblicklich durch zwei Spezies repräsentiert: *G. giganteus* (Pilgrim, 1915) und *G. blacki* (von Königswald, 1935). Beide besitzen Merkmale der Zähne und des Unterkiefers, die bei Hominoiden häufig auftreten, weshalb ihre Einordnung in den hominoiden Stammbaum schwierig und noch nicht ganz geklärt ist (Begun, 2007). *Gigantopithecus giganteus* könnte jedoch auf Grund seiner *Sivapithecus* ähnelnden Morphologie ein Schwestertaxon dieser Spezies verkörpern (Begun, 2007). Allerdings unterscheiden sich beide Arten durch ihre Körperhöhe und -masse (Begun, 2007). *G. giganteus* lebte, wie *Sivapithecus*, in den Siwalik Hills in Indien und Pakistan (Begun, 2007). Er ernährte sich wahrscheinlich von Früchten und hartem Futter (Ciochon et al., 1990).

Dryopithecus lebte vor 13-9 Millionen Jahren in ganz Europa (Begun, 2007): *D. brancoi* in Deutschland (Schlosser, 1901; Begun, 2007), *D. crusafonti* in Nordspanien (Begun, 1992; Begun, 2007), *D. fontani* in Frankreich und Österreich (Begun, 2007) und *D. laietanus* ebenfalls in Spanien (Villalta and Crusafont, 1944; Begun, 2007). *Dryopithecus* bewegte sich arboreal suspensorisch (Kordos et Begun, 2002). Er ähnelt in seiner Zahnmorphologie den heute lebenden Schimpansen und ernährte sich frugivor (Begun, 1994).

Ouranopithecus war ein großer Hominoide, vergleichbar mit einem heute lebenden, männlichen Schimpansen (Begun et Kordos, 1997). Er lebte vor ca. 9 bis 10 Millionen Jahren im heutigen Griechenland (Fleagle, 1999). *Ouranopithecus* ähnelt *Dryopithecus* in seiner Zahnmorphologie und repräsentiert dadurch eventuell das endständige Mitglied der *Dryopithecus* „Familie“ (De Bonis et Koufos, 1997). Er ernährte sich von harten, festen Früchten, Nüssen und ähnlicher Kost (Kay, 1981; Ungar, 1996; De Bonis et Koufos, 1997; Kay et Ungar, 1997).

Oreopithecus war ein inselbewohnender Hominoide im Gebiet des heutigen Italien (Harrison et Rook, 1997). Sein Skelett zeigt Adaptationen an diese Lebensweise und weist eine Mischung einzigartiger Merkmale auf (Begun, 2007). Er lebte zur Zeit des späten Miozäns, vor ca. 6-7 Millionen Jahren (Fleagle, 1999; Begun, 2007). *Oreopithecus* besitzt im Vergleich zu Hominiden mit ähnlicher Körpermasse ein kleineres Gehirn (Harrison, 1989; Begun et Kordos, 2004). In seiner craniodentalen Morphologie ähnelt er *Dryopithecus* (Begun, 2007). Einige Autoren sehen ihn als „Stammhominiden“, nahe verwandt mit *Dryopithecus* (Harrison et Rook, 1997). *Oreopithecus*' Anatomie war an eine

arboreale suspensorische Bewegung angepasst (Begun, 2007). Er ernährte sich foliovor (Begun, 2007).

Samburupithecus kiptalami könnte näher mit den afrikanischen Menschenaffen und dem modernen Menschen (Hominidae) verwandt sein als alle anderen bisher bekannten, ausgestorbenen Hominoiden (Ishida et Pickford, 1997). Hidemi Ishida und seinen Kollegen fanden Überreste dieses Hominiden 1984 in der Namurungle Formation im Samburu District, Kenia (Ishida et Pickford, 1997). *Samburupithecus* besitzt ein Alter von ca. 9.5 Millionen Jahren (Sawada et al., 1998). Seine Bezahnung ähnelt der der Australopithecinen (Ishida et Pickford, 1997). Er weist jedoch einige für Hominoiden ungewöhnliche Zahnmerkmale auf, wie beispielsweise eine Vergrößerung des M^3 gegenüber dem M^2 in der Maxilla (Ishida et Pickford, 1997). Ein primitives Zahnmerkmal sind seine anterior-posterior verlängerten *Prämolaren* (Ishida et Pickford, 1997).

Sahelanthropus tchadensis ist neben *Orrorin* und *Ardipithecus* der wahrscheinlich primitivste Angehörige des hominiden Stammbaums und nahe mit dem letzten gemeinsamen Vorfahren von *Homo sapiens* und *Pan* verwandt (Brunet et al., 2002). Michael Brunet und Kollegen entdeckten *Sahelanthropus* 2001 im Tschad, wo er vor ca. 6-7 Millionen Jahren lebte (Brunet et al., 2002). Die bis zur Entdeckung von *Sahelanthropus* gültige Annahme der Forscher war, dass die meisten frühen Hominiden sich in einem kleinen geographischen Gebiet entwickelten und dort lebten (Brunet et al., 2002). Da nun, neben *Australopithecus bahrelghazali*, ein weiterer Hominide im Tschad entdeckt wurde, gilt diese Hypothese als widerlegt (Brunet et al., 2002). *Sahelanthropus* weist eine einzigartige Kombination primitiver und moderner anatomischer Merkmale auf (Brunet et al., 2002). Die Position des nach anterior verschobenen *Foramen magnum* ähnelt der späterer Hominiden (Brunet et al., 2002). *Sahelanthropus* besitzt zusätzlich noch ein für die Hominoiden ursprüngliches Merkmal, ein kleines Gehirnvolumen (Brunet et al., 2002). Weitere Charakteristika sind kleine, an der Spitze abgenutzte *Canini*, die auf einen bereits reduzierten $C'-P_3$ Honing-Komplex hindeuten (Brunet et al., 2002).

Der $C'-P_3$ *Honing-Complex* ist ein Zusammenspiel des *Caninus* im Oberkiefer mit dem dritten *Prämolaren* im Unterkiefer. Durch die gegenseitige „Scherung“ während des Kauens wird die Hinterkante des *Caninus* geschärft (Haile-Selassie et al., 2004).

Sahelanthropus lebte wahrscheinlich am Rande einer Wüstenlandschaft in Ufernähe größerer Gewässer (Vignaud et al., 2002).

Orrorin tugenensis, der „Milleniummann“, ordnen WissenschaftlerInnen auf Grund seiner postcranialen Charakteristika und Zahnmerkmale in den Stammbaum des Menschen ein (Senut et al., 2001). Brigitte Senut und ihre Kollegen entdeckten *Orrorin* in der Lukeino Formation in den Tugen Hills in Kenia (Senut et al., 2001). Er ist ca. 6 Millionen Jahre alt (Senut et al., 2001). Der Fund von *Orrorin* lässt vermuten, dass die Aufspaltung der menschlichen Vorfahren und denen der Schimpansen bereits vor mehr als sechs Millionen Jahren stattfand (Senut et al., 2001). Merkmale an den *Femura* von *Orrorin* deuten auf eine Anpassung an Bipedie oder sogar eine bereits bipede Bewegung hin (Galik et al., 2004). Die Form des *Humerus* und *Phalangen* zeigen, dass *Orrorin* sich teilweise arboreal fortbewegte

(Senut et al., 2001). Die Länge seines *Corpus mandibularis* repräsentiert ein archaisches Merkmal innerhalb der Hominiden (Senut et al., 2001). Seine Vorderzähne ähneln denen heute lebender Menschenaffen und sind in ihrer Größe vergleichbar mit denen weiblicher Schimpansen (Senut et al., 2001). *Orrorin* besitzt kleine Backenzähne, ein Merkmal typisch für *Homo* (Senut et al., 2001). Die geschätzte Körperhöhe dieses Hominiden entspricht der eines weiblichen Schimpansen (Senut et al., 2001). Somit war *Orrorin* größer als bisher angenommen (Senut et al., 2001). Er lebte in Graslandschaften durchsetzt von vereinzelt Baumgruppen (Pickford et Senut, 2001).

Die Fossilien von *Ardipithecus ramidus* wurden von Tim White und seinen Kollegen in Aramis, Middle Awash in Äthiopien entdeckt (White et al., 1994, 1995). *Ardi* bedeutet in der Afar-Sprache „Boden“ (White et al., 1995). *Ardipithecus ramidus kadabba* repräsentiert eine Unterart von *Ardipithecus ramidus* und wurde von Haile-Selassie und Kollegen 2001 gefunden (Haile-Selassie et al., 2004). *Ardipithecus* ist zwischen 5.8 und 5.2 Millionen Jahre alt (White et al., 1994; Haile-Selassie, 2001). Die Anatomie des Beckens und des *Femur* belegen, dass *Ardipithecus* sich bereits, neben der Fortbewegung auf Bäumen, teilweise biped bewegte (Lovejoy et al., 2009). *Ardipithecus* besitzt darüber hinaus abgeleitete Merkmale der Zähne, wodurch er den jüngeren Hominiden zuzuordnen ist (Haile-Selassie, 2001). Die übrigen, noch primitiven, Zahnmerkmale, stellen ihn nahe den letzten gemeinsamen Vorfahren von *Homo* und *Pan* oder an die Basis des hominoiden Stammbaums (Fleagle, 1999; Haile-Selassie, 2001; Haile-Selassie et al., 2004). Des Weiteren lassen die Zahnmerkmale auf eine omni- und frugivore Ernährung schließen (Suwa et al., 2009). *Ardipithecus* lebte in stark bewaldeten Gebieten (Haile-Selassie, 2001; White et al., 2009).

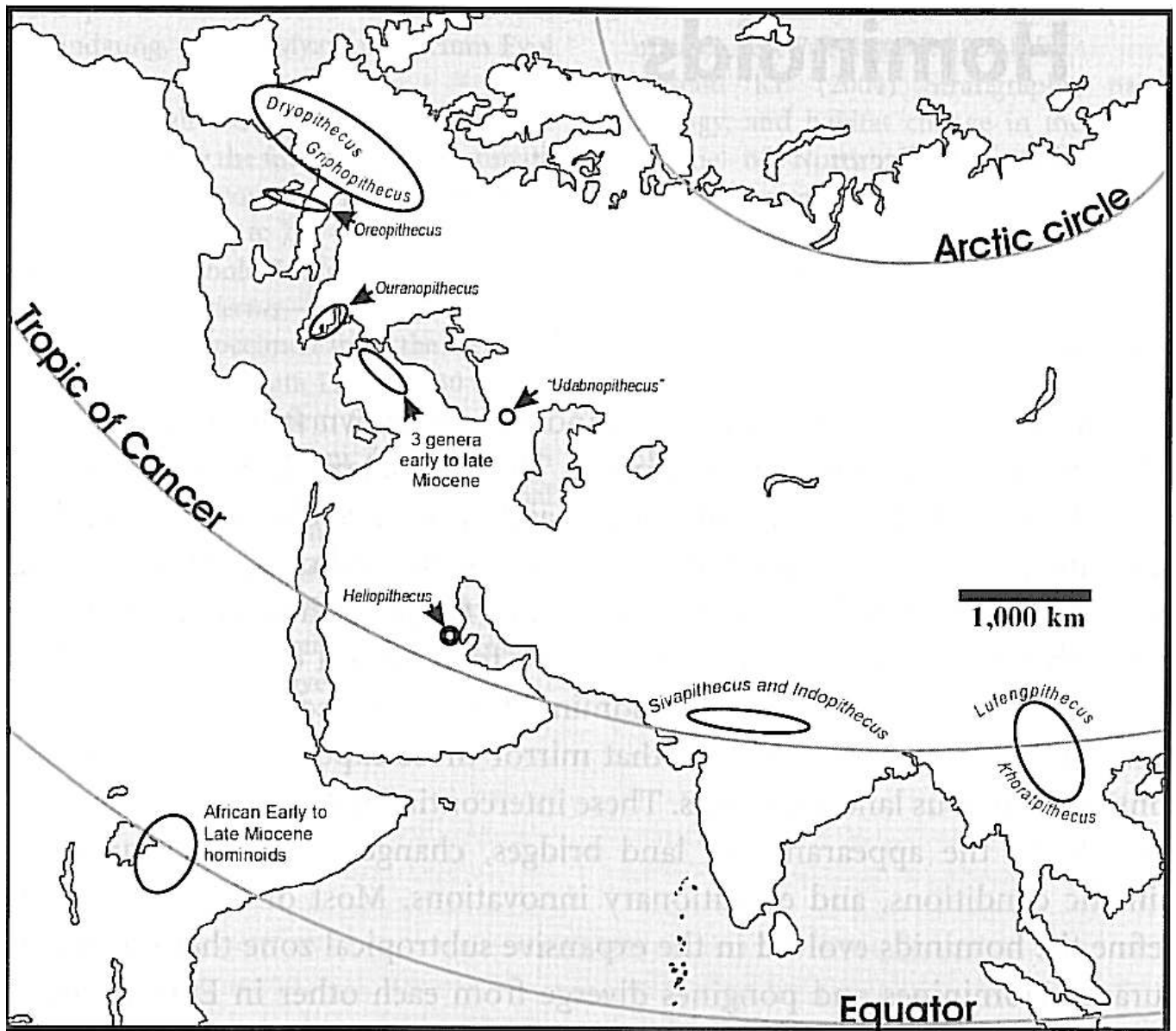


Abbildung 31. Geographische Verbreitung ausgewählter miozäner Taxa

(Quelle: Begun-Fossil record of Miocene Hominoids, Handbook of Paleoanthropology Vol. 2, 2007).

ii. Grazile und robuste Australopithecinen

Die Gruppe der Australopithecinen zählt, neben *Homo erectus* und dem Neandertaler, zu den bekanntesten Vertretern der Hominiden. Raymond Dart kreierte den Terminus *Australopithecus*, der damit den ersten, von ihm, gefundenen Vertreter dieser Gattung, das Kind von Taung, beschreibt (Dart, 1925). Der Begriff stellt eine Mischung aus dem lateinischen Wort „australis“ für südlich und dem griechischen Wort „píthēkos“ für Affe dar (Dart, 1925).

Den Holotyp von *Australopithecus anamensis*, eine Mandibel, fand Peter Nzube 1994 in Kanapoi, östlich des Turkana-sees (Leakey et al., 1995). *Australopithecus anamensis* ist zwischen 4.2 und 3.8 Millionen Jahre alt und lebte im Gebiet des heutigen Kenia (Leakey et al., 1995; Leakey. et al., 1998; Ward et al., 2001). Er besitzt eine Mischung archaischer und moderner anatomischer Merkmale (Leakey et al., 1995). Im Vergleich mit einem weiteren Australopithecinen, *Australopithecus afarensis*, besitzt er jedoch eine primitivere Merkmalskombination (Aiello et Andrews, 2000). Die Zähne von *Australopithecus anamensis* ähneln denen von *Australopithecus afarensis* (Leakey et al., 1995). Möglicherweise war *Australopithecus anamensis* nicht der Vorgänger von *Australopithecus afarensis*, sondern wandelte sich im Laufe der Zeit durch Anagenese zu *Australopithecus afarensis* um (Kimbel et al., 2006). *Australopithecus anamensis* lebte in unterschiedlichen Habitaten: im Gebiet des heutigen Laetoli bewohnte er offenes Grasland, in Allia Bay Galeriewälder, in Hadar lebte er in offenem und geschlossenem Waldland sowie in Busch-, und Grasländern (Leakey et al., 1995; Schoeninger et al., 2003).

Lucy“ (Katalognummer: AL 228-1), ein zu vierzig Prozent erhaltenes Skelett, fand Donald Johanson im Jahre 1974. Es handelt sich um ein 3.2 Millionen Jahre altes *Australopithecus afarensis* Weibchen (Johanson et al., 1978; Johanson et Taieb, 1976; Kimbel et al., 1994). Bis zu diesem Zeitpunkt war *Australopithecus africanus* der einzig bekannte Australopithecine (Aiello et Andrews, 2000). Neben Lucy existiert ein weiterer bekannter Fossilfund eines *Australopithecus afarensis* mit der Katalognummer AL 444-2. Es handelt sich hierbei um den ersten jemals entdeckten, komplett erhaltenen Schädel eines Australopithecinen (Kimbel et al., 1994). Es gehörte einem Männchen der Gattung *Australopithecus afarensis* und stammt aus Hadar, Äthiopien (Kimbel et al., 1994). *Australopithecus afarensis* lebte vor 4.2 bis 3.0 Millionen Jahren im Gebiet des heutigen Äthiopien und Tansania (Johanson et al., 1978; Fleagle, 1999; Johanson et al., 1994; Kappelman et al., 1996). Er existierte womöglich zeitgleich mit *Australopithecus anamensis* (Kappelman et al., 1996). Andere Forscher sehen in *Australopithecus afarensis* den Nachfahren von *Australopithecus anamensis* (Kimbel et al., 2006). Paul I. Abelle entdeckte 1978 die Fußspuren von Laetoli in Tansania, die eine bipede Bewegung früher Hominiden bezeugen (Hay et Leakey, 1982). Sie sind zwischen 3.75 und 3.6 Millionen Jahre alt und stammen wahrscheinlich von *Australopithecus afarensis* (Hay and Leakey, 1982; White et Suwa, 1987). Zusätzlich zu den Fußspuren von Laetoli ist das Skelett von *Australopithecus afarensis* ein weiteres Indiz dafür, dass diese Spezies sich bereits biped fortbewegte (Aiello et Andrews, 2000; Alemseged et al., 2006). Die Form der *Phalangen* von *Australopithecus afarensis*, deutet darauf hin, dass er einen Teil seines Lebens noch in den Bäumen verbrachte

(Alemseged et al., 2006). *Australopithecus afarensis* besaß einen ausgeprägten Sexualdimorphismus (McHenry, 1992, 1994; Aiello et Wood, 1994). Der aktuellste Fund dieser Art ist das 3.3 Millionen Jahre alte Teilskelett eines juvenilen, wahrscheinlich dreijährigen Mädchens aus Dikika, Äthiopien (Alemseged et al., 2006). Es handelt sich um ein zu fünfzig Prozent erhaltenes Skelett und enthält Skelettelemente, die bis dato aus dieser Zeit noch nicht beschrieben sind, wie das *Hyoid* und eine zur Gänze erhaltene *Skapula* (Alemseged et al., 2006). Der Oberkörper des Dikika-Fundes ist in seiner Morphologie noch affenähnlich, der Unterkörper ist bereits einer bipeden Lokomotion angepasst (Alemseged et al., 2006). *Australopithecus afarensis* lebte sowohl in dichtem Wald als auch in offeneren Gebieten wie Busch- und Graslandschaften (Hay et Leakey, 1982).

Australopithecus garhi lebte vor ca. 2.5 Millionen Jahren (Asfaw et al., 1999). Die ersten Fossilien, die eindeutig dieser Spezies zuordenbar waren, fand Yohannes Haile-Selassie in der Bouri Formation, Middle Awash, Äthiopien im Jahr 1997 (Asfaw et al., 1999). Es gab zwar schon früher Funde (1990 in Matabaietu und Gamedah in Äthiopien), allerdings konnten die Entdecker, auf Grund der Fragilität der Fossilien, sie nicht eindeutig einer Spezies zuordnen (Asfaw et al., 1999). Die von *Australopithecus garhi* gefundenen Überreste überraschten die Fachwelt durch ihre einzigartige Kombination primitiver und moderner Merkmale, die keine bisher gefundener Hominide besitzt (Aiello et Andrews, 2000). *Australopithecus garhi* stellte bereits Steinwerkzeuge her und bearbeitete damit tierische Kadaver (De Heinzelin et al. 1999). Dieser grazile Australopithecine lebte im Gebiet des heutigen Äthiopien in einem mit heute dort herrschenden vergleichbaren, offenen Habitat in Ufernähe (De Heinzelin, 1999). Einige Autoren sehen in *Australopithecus garhi* den direkten Vorfahren des modernen Menschen und Nachfahr von *Australopithecus afarensis* (White et al., 1994; Asfaw et al., 1999).

Australopithecus africanus war der bis vor Kurzem einzige, aus Südafrika bekannte, grazile Australopithecine. Der erste Fund dieses Hominiden, bekannt als „Kind von Taung“, machte Raymond Dart 1925 (Dart, 1925). Weitere Fundstellen sind Gladysvale, Makapansgat sowie Sterkfontein (Aiello et Andrews, 2000). *Australopithecus africanus* lebte vor 2.5 bis 1.5 Millionen Jahren, zeitgleich mit *Australopithecus garhi*, *Paranthropus aethiopicus* und *Paranthropus boisei* (Strait et Wood, 1999; Wood et Richmond, 2000; Berger et al., 2002). Die primitive, postcraniale Morphologie von *Australopithecus africanus* lässt darauf schließen, dass er sich überwiegend arboreal fortbewegte (Berger und Tobias, 1996). In Ostafrika existierten zumindest zeitgleich oder noch früher Vertreter derselben Gattung die sich bereits, zumindest teilweise, biped fortbewegten (White et Suwa, 1987; Aiello et Andrews, 2000; Alemseged et al., 2006). Ein neben Taung weiterer bekannter Fund ist der Schädel eines erwachsenen Individuums, STS 5, auch bekannt unter dem Namen „Mrs. Ples“ (Broom, 1937). Dart fand in den 1950ern weitere *Australopithecus africanus* Fossilien assoziiert mit Tierknochen, die seiner Meinung nach Schnittspuren aufwiesen (Dart, 1957, 1959, 1961, 1962). Daraufhin postulierte er, *Australopithecus africanus* nutzte bereits Steinwerkzeuge und nannte diese Kultur „Osteodontokeratische Kultur“ (Dart 1957). Später jedoch wurden die Knochen als Ansammlung von Futterresten karnivorer Predatoren identifiziert und somit die Existenz dieser Kultur widerlegt (Cameron et Groves, 2004). *Australopithecus africanus* lebte in regenreichen Wäldern, sowie in der Savanne, vergleichbar mit der heutigen in Südafrika herrschenden Landschaft (Rayner et al., 1993).

Im Jahr 2009 wurde eine neue Australopithecinen Spezies entdeckt:

Australopithecus sediba (Berger et al., 2010). Überreste dieser Art wurden in einer Höhle bei Malapa, Südafrika, entdeckt (Berger et al., 2010). Die von *Australopithecus sediba* gefundenen Fossilien besitzen vermutlich ein Alter von 1.95 bis 1.78 Millionen Jahren (Berger et al., 2010). Charakteristisch für diesen neuen Hominiden ist seine einzigartige Kombination moderner, Homo-ähnlicher und klassischer, für Australopithecinen typische, Merkmale (Berger et al., 2010). So besitzt *Australopithecus sediba* ein Gehirnvolumen von mindestens 420 cm³, ähnlich den anderen Australopithecinen und eine in etwa ähnliche Körperhöhe (Berger et al., 2010). Die craniodentale Morphologie insgesamt ähnelt aber eher der früher *Homo* Spezies (Berger et al., 2010). Die gefundenen Fossilien besitzen einen Sexualdimorphismus ähnlich dem des modernen Menschen, obwohl eines der gefundenen Individuen juvenil und das andere bereits ausgewachsen ist (Berger et al., 2010).

Der einzige bis dato aus dem nördlichen Afrika bekannte Australopithecine ist *Australopithecus bahrelghazali*. Er ähnelt in seiner Morphologie *Australopithecus afarensis*, allerdings unterscheidet er sich durch die Dicke des Zahnschmelzes und die Morphologie der Mandibel von *Australopithecus afarensis* (Brunet et al., 1995). *Australopithecus bahrelghazali* lebte im Gebiet des heutigen Tschad in Galeriewäldern und in der Savanne und ist zwischen 3.5 und 3 Millionen Jahre alt (Brunet et al., 1995).

Paranthropus aethiopicus ist der „älteste“ der sogenannten robusten Australopithecinen (Aiello et Andrews, 2000; Wood, 2000). Die ersten Fossilien dieses Vormenschen wurden 1985 in Kenia, am Westufer des Turkana Sees, gefunden (Walker et al., 1986). René Houin entdeckte bereits 1967 in der Shungura Formation einen zerstörten Kieferknochen ohne Zähne, der daraufhin von Arambourg und Coppens *Paranthropus aethiopicus* getauft wurde (Aiello et Andrews, 2000; Wood, 2000). *Paranthropus aethiopicus* war möglicherweise der Vorfahr einer weiteren *Paranthropus* Spezies, *Paranthropus boisei*, und existierte vor ca. 2.7 bis 2.3 Millionen Jahren (Walker et Leakey, 1988; Fleagle, 1999). Er lebte in geschlossenen Habitaten und Graslandschaften im Gebiet des heutigen Äthiopien am Ufer des Omo und in Kenia westlich des Turkana Sees (Aiello et Andrews, 2000; Reed, 1997). Der „black skull“, Katalognummer WT-17000, ist das berühmteste Fossil dieser Spezies (Walker et al., 1986).

Paranthropus boisei, der „Nussknackermensch“ wurde 1959 von dem Ehepaar Leakey in der Olduvai Schlucht, Tansania, gefunden (Leakey, 1959). Weitere Funde stammen aus Äthiopien, Kenia und Malawi (Aiello und Andrews, 2000). Der Nussknackermensch lebte vor 2.0 bis 1.4 Millionen Jahren im heutigen Äthiopien, Kenia, Malawi und Tansania zeitgleich mit Vertretern der Gattung *Australopithecus afarensis* und *Homo* (Suwa et al., 1996; Fleagle, 1999; Aiello et Andrews, 2000). Die Morphologie der Knochen von *Paranthropus boisei* lassen darauf schließen, dass er sich in den Bäumen bewegte (Fleagle, 1999). Die Bezeichnung „Nussknackermensch“ trifft vielleicht nicht mehr zu, da in den letzten Jahren nachgewiesen werden konnte, dass sich *Paranthropus boisei* nicht

ausschließlich von harter Kost ernährte (Sponheimer et al., 2006; Gibbons, 2008). Vielmehr praktizierte er eine äußerst abwechslungsreiche, auf „weicher“ Nahrung basierende Diät, bestehend aus Blättern, Früchten, Gras und Seggen (Sponheimer et al., 2006; Gibbons, 2008). Die extrem robuste Bezahnung von *Paranthropus boisei* kommt eventuell daher, dass er während schlechter Zeiten die Nahrung wechseln musste und ein robusteres Gebiss hierbei einen Vorteil bieten konnte (Gibbons, 2008). *Paranthropus boisei* konnte sich eventuell schon das Feuer zu Nutzen machen (Bellomo, 1994). Innerhalb von *Paranthropus boisei* herrschte starker Sexualdimorphismus, belegt durch Fossilien unterschiedlicher Größen aber ähnlicher oder gleicher Morphologie (Fleagle, 1999). Er lebte in waldigen und grasigen Landschaften in der Nähe von Wasserquellen, sowie entlang von See und Flussufern (Shipman et Harris, 1988; Reed, 1997).

Die dritte Spezies der robusten Australopithecinen *Paranthropus robustus* ähnelt in seiner Morphologie *Paranthropus boisei* (Tobias, 1967; Aiello et Andrews, 2000; Wood, 2000). 1938 entdeckte ein Schüler in Kromdraai, Südafrika, die ersten Fossilien dieser Art (Aiello et Andrews, 2000). *Paranthropus robustus* Überreste stammen von drei Fundstellen in Südafrika: Drimolen, Kromdraai und Swartkrans (Aiello et Andrews, 2000; Wood, 2000). Er lebte zwischen 2.0 und 1.0 Millionen Jahren vor heute gleichzeitig mit Vertretern der Gattung *Homo* (Fleagle, 1999; Aiello et Andrews, 2000). Innerhalb der Spezies herrschte ein stark ausgeprägter Sexualdimorphismus (Wood et Richmond, 2000; Lockwood et al., 2007). Eventuell bildeten männliche *Paranthropus* mit mehreren weiblichen, bis dato als Australopithecinen bezeichneten, Individuen, Harems, vergleichbar den heute lebenden Gorillas (Gibbons, 2007; Lockwood et al., 2007). *Paranthropus robustus* besaß eine flexible, sich den Umständen anpassende, Ernährung (Sponheimer et al., 2006). Er gebrauchte wahrscheinlich Knochenartefakte als Werkzeuge (Brain and Shipman, 1993). Die Herstellung selbiger kann ihm allerdings nicht eindeutig zugeordnet werden, da zeitgleich grazile Australopithecinen lebten, die diese Werkzeuge ebenfalls produziert haben könnten (Brain and Shipman, 1993). *Paranthropus robustus* lebte in bewaldeten Gebieten, nahe Wasserquellen (Reed, 1997; Wood et Richmond, 2000).

iii. Homo

Vor ca. 2 Millionen Jahren entwickelte sich eine neue Gattung der Hominiden: *Homo*.

Homo habilis war wahrscheinlich der erste Vertreter der Gattung *Homo*. Die ersten Fossilien von *Homo habilis* fanden Louis und Mary Leakey im Juni 1959 in der Olduvai Schlucht, Tansania (Leakey et Leakey, 1964). Die Funde ordneten sie einer neuen Art zu: *Homo habilis* (Leakey et al., 1964). Auf Grund der hohen morphologischen Variabilität weiterer Fossilfunde aus Ost Rudolf und Ost Turkana (beide Kenia), Sterkfontein und Swartkrans in Südafrika ist es fraglich, ob es sich bei den Fossilien, die *Homo habilis* zugeordnet werden, nicht um verschiedene Spezies wie *Australopithecus africanus*, *Homo erectus* oder *Homo sapiens* handelt (Wood et Collard, 1999; Wood et Richmond, 2000). *Homo habilis* lebte im heutigen Äthiopien, Kenia und Tansania (Fleagle, 1999). Er entwickelte sich in Ostafrika vor etwa 2.3 Millionen Jahren und wanderte bis Südafrika, wo er das erste Mal vor 1.8 Millionen Jahren auftrat (Cameron et Groves, 2004). Das Klima zu dieser Zeit war im Wandel, wodurch sich die Landschaft in Ost-, und Südafrika in offene Graslandschaften, Savannen und teilweise bewaldete Steppen änderte (Vrba, 1999). *Homo habilis* verlagerte sein Siedlungsgebiet im Laufe der Zeit von geschlossenen Waldgebieten hin zu offeneren Habitaten (Gibernau et Montuire, 1996; Blumenschine et al., 2003). Gemeinsam mit *Homo habilis* Fossilien wurden auch Steinwerkzeuge der Olduvai Kultur gefunden, die *Homo habilis* vielleicht schon nutzte (Fleagle, 1999; Wood et Richmond, 2000).

Homo rudolfensis lebte zeitgleich mit *Homo habilis* (Fleagle, 1999). Er besitzt eine einzigartige Mischung verschiedener primitiver und moderner Merkmale (Wood, 1992; Fleagle, 1999). *Homo rudolfensis* lebte vor 1.9 bis 1.8 Millionen Jahren im heutigen Kenia, Malawi und Tansania (Schrenk et al., 1993; Wood et Richmond, 2000; Blumenschine et al., 2003). Nur wenige WissenschaftlerInnen und AutorInnen kennen *Homo rudolfensis* als eine eigenständige Spezies an (Wood et Richmond, 2000). Da auch die Fossilien von *Homo habilis* eine große morphologische Variabilität aufweisen, unterteilen einige Autoren diese beiden frühen *Homo* Spezies deshalb in zwei Arten (Wood, 1992; Wood et Collard, 1999; Wood et Richmond, 2000): *H. habilis sensu stricto* und *H. habilis sensu lato* (*Homo rudolfensis*) (Wood, 1992). *Homo rudolfensis* lebte, wie die mit den Fossilfunden assoziierten Fauna belegt, in Galeriewäldern (Blumenschine et al., 2003).

Homo ergaster existierte ca. 400 000 Jahre zeitgleich mit *Homo habilis* (Spoor et al., 2007). Diese Spezies lebte vor 2.0 bis 1.5 Millionen Jahren (Wood and Richmond, 2000; Cameron et Groves, 2004). Richard Leakey fand die ersten Fossilien dieser Art 1971 und publizierte sie ein Jahr später als eine neue Spezies der Gattung *Homo* (Leakey, 1972). Vermutlich war *Homo ergaster* bereits Jäger oder zumindest Aas(fr)esser und nutzte Steinwerkzeuge (Fleagle, 1999, Cameron et Groves, 2004). Er lebte in der Savanne und in offenem Waldlandgebiet und Buschland, vergleichbar mit dem Habitat bewohnt von Australopithecinen (Kuman et Clark, 2000; Wood et Richmond, 2000; Asfaw, 2002).

Vielen Menschen ist der Begriff „*Homo erectus*“ geläufiger als „*Homo ergaster*“. Beide Arten sind jedoch eng miteinander verwandt, es handelt sich vielleicht um dieselbe Spezies, die durch eine intraspezifische Variabilität und geographische Trennung charakterisiert ist (Fleagle, 1999). Einige Autoren sind dennoch der Ansicht, dass *Homo ergaster* und *Homo erectus* zwei verschiedene Spezies repräsentieren (Andrews, 1984; Wood 1992, 1994; Bermudez de Castro et al., 1997). Um bei der geläufigen Nomenklatur zu bleiben, werden beide Spezies als eigenständige Vertreter der Gattung *Homo* beschrieben.

Homo erectus war wahrscheinlich der erste Vertreter der Gattung *Homo*, der nicht nur Afrika sondern auch die restliche Welt besiedelte (Larick et Ciochon, 1996). Den ersten Fund von *Homo erectus* machte Eugene Dubois auf der Insel Java Ende des 19. Jahrhunderts (Wood et Richmond, 2000). In den 20er Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts führte Zdanaky Grabungen in der Nähe von Beijing, China, durch (Wood et Richmond, 2000). Bei der Auswertung des Materials ein paar Jahre später erkannte Zdanaky das sich zwei Hominidenzähne darunter befanden, welche Davidson Black, ein Anatom, als zur Gattung *Homo* zugehörig beschrieb (Black, 1926). Danach folgten weitere Funde im asiatischen Gebiet, bis 1949 die ersten Fossilien in Südafrika entdeckt wurden (Broom et Robinson, 1949). Neuere Funde sind aus Georgien bekannt (Gabunia et Vekua, 1995; Bräuer et Schulz, 1996; Gabunia et al., 2000; Vekua et al., 2002). Mitte der Neunziger wurden hier Fossilien von vier Individuen, die in ihrer Morphologie der von *Homo erectus* ähneln gefunden (Gabunia et Vekua, 1995; Gabunia et al., 2000; Vekua et al., 2002). *Homo erectus* entwickelte sich vor 1.95 Millionen Jahren in Afrika und wanderte 1.8 Millionen Jahre vor heute nach Java und China und anschließend in die restliche Welt ein (Swisher III et al., 1994, 1996; Larick et al., 2001; Anton, 2003). 27 000 Jahre vor heute verschwand diese Spezies jedoch zur Gänze (Swisher III et al., 1996). *Homo erectus* besaß bereits ein größeres Gehirn als alle Hominiden vor ihm, mit einer Größe von bis zu 1250 cm³ (Wood et Richmond, 2000; Rightmire, 2004). In Afrika wurden des weiteren Steinwerkzeuge der Acheuléen Kultur assoziiert mit Fossilien von *Homo erectus* entdeckt (Asfaw et al., 1992; Fleagle, 1999). Die Funde lassen vermuten, dass *Homo erectus* bereits Steinwerkzeuge verwendete (Fleagle, 1999). Diese Theorie wird von Yamei gestützt, der im Jahr 2000 in Ostasien gefundene Werkzeuge als vergleichbar mit denen der Acheuléen Kultur beschrieb (Yamei et al., 2000). Diese Entdeckungen stellen die Movius-Linie in Frage, die eine Kulturdifferenz zwischen *Homo erectus* in Afrika, dem Mittleren Osten, und Europa und seinen Verwandten in Nordindien, China, und Südost Asien postuliert (Movius, 1949). *Homo erectus* lebte bereits als Jäger und Sammler und könnte des Weiteren schon Gruppen und Familienverbände gebildet haben, die sich zeitweise vereinten und größere Gruppen bildeten, vergleichbar mit heutigen Jäger und Sammler Gesellschaften (Fleagle, 1999). Der Sexualdimorphismus bei *Homo erectus* war weniger stark ausgeprägt als bei seinen Vorgängern und seine Körperhöhe entsprach in etwa der von Australopithecinen (Gibbons, 2007; Spoor et al., 2007). *Homo erectus* lebte im Gebiet des heutigen Afrika, China und Eurasien (Wood et Richmond, 2000; Ánton, 2003). Es gibt auch Fossilfunde, die auf eine Präsenz dieser Spezies in der südlichen Levante hindeuten (Belmaker et al., 2002).

Zeitgleich mit *Homo erectus* lebte ein weiterer Hominide, *Homo heidelbergensis*, (Rightmire, 1998; Cameron et Groves, 2004). Die ersten Fossilien dieses Hominiden entdeckte Dr. Hartmann Anfang des 20. Jahrhunderts in Mauer, Deutschland (Schoetensack, 1908). Weitere Funde wurden in den 1930ern in Steinheim, ebenfalls Deutschland, gemacht (Wood et Collard, 1999; Wood et Richmond, 2000). Der Schädel von Petralona in Griechenland stammt vielleicht ebenfalls von *Homo heidelbergensis* (Wood et Richmond, 2000). Darüber hinaus wurden Fossilien in Tansania, Zambia und der „Bodo“ Schädel aus Äthiopien, der mit 600 000 Jahren das älteste dieser Fossilien repräsentiert, gefunden (Conroy et al., 1978; Rightmire, 1996; Wood et Richmond, 2000). Auch in Asien wurden Fossilien von *Homo heidelbergensis* entdeckt. Da diese 100 000-200 000 Jahre alten Knochen nicht *Homo erectus* zuzuordnen sind, werden sie als *Homo heidelbergensis* klassifiziert (Wood et Richmond, 2000). *Homo heidelbergensis* lebte zwischen 700 000 und 200 000 Jahren vor heute verteilt über Europa (Fleagle, 1999; Cameron et Groves, 2004). Dieser Hominine unterscheidet sich anatomisch gesehen von *Homo sapiens* durch sein fehlendes Kinn, seine Robustheit und in seiner Schädelmorphologie (Wood et Richmond, 2000). Des Weiteren besitzt *Homo heidelbergensis* keine gemeinsamen Schädelmerkmale mit *H. neanderthalensis* (Wood et Collard, 1999). Mit Fossilfunden von *Homo heidelbergensis* assoziierte Steingeräten werden der Acheuléen Technik zugeordnet (Klein, 1995). Für manche Autoren sind die gefundenen Artefakte ein Indiz dafür, dass diese Spezies, ebenso wie *Homo erectus*, als Jäger und Sammler oder Aasfresser lebte (Klein, 1995). Zur damaligen Zeit herrschte auf den Kontinenten unterschiedliches Klima: Afrika war tropisches Gebiet, in Europa herrscht ein semiarides Klima, unterbrochen von periodischen Eiszeiten (Cameron et Groves, 2004). Auf Grund dieser Umstände war *Homo heidelbergensis* gezwungen, aus Europa auszuwandern, und es danach aus Afrika wieder zu kolonialisieren (Cameron et Groves, 2004). *Homo heidelbergensis* lebte in offenen Landschaft (Cuenca-Bescós et al., 2005).

Steinheim, einer der Fundorte von *Homo heidelbergensis*, förderte noch andere Fossilien zu Tage, die einer anderen Spezies angehören: *Homo steinheimensis* (Howell, 1998). Der erste Fund aus dem Jahre 1933 ist ein komplett zerstörtes Cranium (Cameron et Groves, 2004). Weitere Fossilien von *Homo steinheimensis* stammen aus Atapuerca und den Sima de los Huesos in Spanien, sowie aus Indien (Narmada Schädel) und aus Swanscombe (Howell, 1998; Stringer et Hublin, 1999; Schwartz et Tattersall, 2002). *Homo steinheimensis* repräsentiert, ebenso wie *Homo heidelbergensis*, eventuell einen Vorfahren des Neandertalers (Cameron et Groves, 2004). Einige Autoren fassen *Homo heidelbergensis* und *Homo steinheimensis* in eine Gruppe zusammen, die sogenannte „Steinheim Gruppe“, da sie sich in ihrer Anatomie und in ihrer intraspezifischen Variabilität sehr ähneln (Cameron et Groves, 2004). *Homo steinheimensis* lebte zwischen 700 000 und 230 000 Jahre vor heute (Schwartz et Tattersall, 2002).

Homo antecessor, ein weitere europäischer Hominide, stammt aus Sima de los Huesos, Spanien (Bermudez de Castro et al., 1997). Diese Spezies lebte vermutlich vor mehr als 780 000 Jahren und könnte den letzten gemeinsamen Vorfahre von Neandertaler und modernem Menschen repräsentieren (Carbonell et al., 1995; Parés et Pérez-Gonzalez, 1995; Bermudez de Castro et al.,

1997; Carbonell et al., 1999a, 1999b; Falguères et al., 1999; Parés et Pérez-Gonzalez, 1999; Parés et al., 2000).

Der Neandertaler, *Homo neanderthalensis* war der erste Fund eines Vertreters der Gattung *Homo* (Cameron et Groves, 2004). Im Jahr 1829 wurden in der Engis Höhle in Belgien (Cameron et Groves, 2004) und 1830 in der Forbes Höhle auf Gibraltar (Cameron et Groves, 2004) Fossilien entdeckt. Der älteste Fund ist der eines männlichen Erwachsenen aus der Feldhofer Grotte im Neandertal, Deutschland (Wood et Richmond, 1999). Erst 1864 sah der irische Anatom William King die deutschen Funde als eigene Spezies an und taufte sie auf den Namen *Homo neanderthalensis* (King, 1864). Weitere berühmte Fundstellen sind Teshik-Tash in Westasien (Cameron et Groves, 2004) und die Höhlen Denisova und Okladnikov in Sibirien (Goebel, 1999). Der Neandertaler lebte vor 150 000 bis 28 000 Jahren (Wood et Richmond, 2000; Finlayson et al, 2006).

Über die Gründe seines Verschwindens gibt es nur Spekulationen:

1. Der Neandertaler konnte auf Grund seines minderen Intellekts und niedrigeren Reproduktionsrate mit *Homo sapiens* nicht mehr Schritt halten und verschwand nach und nach (Fleagle, 1999).
2. Vor 40 000 Jahren begann das Klima kälter und trockener zu werden (Melars, 2006; d'Ericco et al, 2003). Dem technologisch und kulturell überlegenen *Homo sapiens* brachte dies einen Vorteil gegenüber dem Neandertaler, da der moderne Mensch sich besser an die Klimaänderung anpassen konnte (Gravina et al., 2005; Melars, 2006). Indizien deuten auf ein Rückzugsgebiet des Neandertalers in den äußersten Süden Europas hin, zu einer Zeit, als der moderne Mensch bereits in Europa existierte (Finlayson et al., 2006).
3. Ein vom modernen Menschen bei der Einwanderung nach Europa miteingeschleppter Virus führte zum Aussterben der Neandertaler (Wolff et Greenwood, 2010).

Ob je eine Vermischung beider Menschenarten stattfand und der moderne Mensch somit noch immer Neandertaler Erbgut in sich trägt, ist ein umstrittenes Thema (Caramelli et al., 2003; Wolpoff et al., 2004). Genomanalysen zeigen aber eine Trennung beider Erblinien vor 300 000 bis 500 000 Jahren (Noonan et al., 2006; Green et al., 2006). Der Neandertaler praktizierte eventuell Kannibalismus (Defleur et al., 1999). *Homo neanderthalensis* lebte im Gebiet des heutigen Europa, mit Ausnahme Skandinaviens und Norddeutschlands, der Levante, im Nahen Osten und in Westasien (Wood et Richmond, 2000).

Homo floresiensis, eine verzweigte Menschenform, entdeckten P. Brown und seinen Kollegen 2004 auf der indonesischen Insel Flores (Brown et al., 2004). *Homo floresiensis*, auch „Hobbit“ genannt, lebte vor 38 000 bis 18 000 Jahren (Morwood et al., 2004). Menschliche Aktivitäten auf der Insel fanden aber schon vor 800 000 Jahren statt (Morwood et al., 1998). Fraglich ist, ob *Homo floresiensis* eine eigene Spezies repräsentiert oder ein pathologisch verändertes Skelett von *Homo erectus* verkörpert (Lahr et Foley, 2004; Argue et al., 2006; Martin et al., 2006; Bromham et Cardillo, 2007; Falk et al., 2005, 2007). Wahrscheinlicher ist, dass *Homo floresiensis* ein neuer Hominine ist, der im Laufe einiger tausend Jahre durch die isolierte Lage der Insel Flores seine Größe immer weiter verringerte und sich zu einer eigenständigen Spezies entwickelte (Bromham et Cardillo, 2007). Das

Skelett von *Homo floresiensis* zeigt primitive aber auch einzigartige und moderne Merkmale, die kein anderer Hominide besitzt (Brown et al., 2004). Das Gebiss, das postcraniale Skelett mit Anpassung an Bipedie und das Verhältnis von Gesicht und Zähnen entsprechen dem Charakteristika der Gattung *Homo* (Brown et al., 2004).

Homo sapiens ist die zuletzt entstandene Hominidenart und heute einzig existierende Spezies.

Der älteste gesicherte Fund eines modernen Menschen stammt aus Herto in Äthiopien und ist zwischen 160 000 und 154 000 Jahre alt (Clark et al., 2003; White et al., 2003). Von dort aus eroberte *Homo sapiens* innerhalb kurzer Zeit den gesamten Erdball, als letztes Amerika vor ca. 12 000 Jahren (Gilbert et al., 2008). Omo 1, ein Schädel aus Südäthiopien, der ein äußerst modernes Aussehen besitzt, ist 100 000 bis 130 000 Jahren alt (Cameron et Groves, 2004). Neue Daten ergeben ein Alter von bis zu 198 000 Jahren (McDougall et al., 2005; Fleagle et al., 2008). Der Aduma Schädel aus Äthiopien ist 105 000 bis 70 000 Jahre alt (Haile-Selassie et al., 2004; Yellen et al., 2005). Er besitzt ein modernes Aussehen, ähnlich den Fossilien aus Omo, Qafzeh und Skhul und belegt damit die Präsenz des anatomisch modernen Menschen in Afrika bevor der Neandertaler in Europa verschwand (Haile-Selassie et al., 2004). Weitere „moderne“ Überreste mit einem Alter von 160 000 Jahren stammen aus Jebel Irhoud in Marocco (Cameron et Groves, 2004; Smith et al., 2007). Sie ähneln den Funden aus dem mittleren Osten, die ein Alter zwischen 135 000 und 100 000 Jahre besitzen, wie Qafzeh und Skhul aus Israel (Stringer et al., 1989; Fleagle, 1999; Wood, 2000). Die nächstjüngeren Funde stammen aus Liujiang, China, mit einem Alter von 67 000 Jahren (Lewin, 2005). In Australien und Europa taucht *H. sapiens* um 40 000 Jahre vor heute auf (Fleagle, 1999; Lewin, 2005). Mladeč mit 31 000 und 26 000 (Wild et al., 2005), Peștera cu Oase mit 34 000 – 36 000 (Trinkaus et al., 2003; Rougier et al., 2007), Peștera Muierii mit 30 000 (Soficaru et al., 2006), Peștera Cioclovina mit 28 000 – 29 000 (Soficaru et al., 2007) und Kent's Cavern mit 31 000 Jahren (Parkyn, 1912; Hunt, 1912) sind einige Fundorte des anatomisch modernen Menschen in Europa die dem Aurignacien zuzuordnen sind (Bulus et al., 2001; Conard et al., 2003). Zu dieser Zeit koexistierte der moderne Mensch bereits mit dem Neandertaler (Bulus et al., 2001; Conard et al., 2003.). Wahrscheinlich entwickelte sich *H. sapiens* aus *Homo heidelbergensis/steinheimensis*, da die ältesten Funde von *Homo sapiens* eine Mischung beider Spezies repräsentieren (Cameron et Groves, 2004). Die mit *Homo sapiens* assoziierten Steinwerkzeuge sind dem oberen Paläolithikum zuzuordnen (Clark, 2003), später entstand dann daraus die Kultur des Aurignacien.

Tabelle 17.

Stratigraphische Tabelle, Ausschnitt.

(Quelle: „Stratigraphic Chart 2009, International Commission of Stratigraphy,

<http://www.stratigraphy.org/column.php?id=Chart/Time%20Scale>, zuletzt abgerufen am 14.7.2011)

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene		0.0117
			Pleistocene	Upper	0.126
				"Ionian"	0.781
				Calabrian	1.806
				Gelasian	2.588
		Neogene	Pliocene	Piacenzian	3.600
				Zanclean	5.332
			Miocene	Messinian	7.246
				Tortonian	11.808
				Serravallian	13.82
				Langhian	15.97
				Burdigalian	20.43
				Aquitania	23.03
			Oligocene	Chattian	28.4 ± 0.1
				Rupelian	33.9 ± 0.1
		Paleogene	Eocene	Priabonian	37.2 ± 0.1
				Bartonian	40.4 ± 0.2
				Lutetian	48.6 ± 0.2
				Ypresian	55.8 ± 0.2
			Paleocene	Thanetian	58.7 ± 0.2
				Selandian	~ 61.1
				Danian	~ 65.5 ± 0.6